

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'ELECTROCARDIOGRAPHIE CHEZ LES BOVINS

Résultats obtenus chez le veau sain
et chez le veau atteint de diarrhée

THÈSE

présentée

à l'UNIVERSITÉ CLAUDE-BERNARD de LYON
(Médecine-Pharmacie)

et soutenue publiquement le 8 novembre 1976
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Daniel MELERE

né le 11 juin 1950

à LYON



Editions L'HERMÈS
31 rue Pasteur 69007 LYON

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE LYON
ANNÉE 1972

CONTRIBUTION A L'ETUDE
DE L'ELECTROCARDIOGRAPHIE
CHEZ LES BOVINS

THÈSE
Digitized by the Internet Archive
in 2026

Résultats obtenus chez le veau sain
et chez le veau atteint de diarrhée

présentée et soutenue publiquement le 10 novembre 1972
pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire
par
Daniel MELERE
né le 11 juin 1948
à LYON

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'ELECTROCARDIOGRAPHIE CHEZ LES BOVINS

Résultats obtenus chez le veau sain
et chez le veau atteint de diarrhée

THÈSE

présentée

à l'UNIVERSITÉ CLAUDE-BERNARD de LYON

(Médecine-Pharmacie)

et soutenue publiquement le 8 novembre 1976

pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Daniel MELERE

né le 11 juin 1950

à LYON



Editions L'HERMÈS
31 rue Pasteur 69007 LYON

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'ELECTROCARDIOGRAPHIE CHEZ LES BOVINS

Résultats obtenus chez le veau sain
et chez le veau atteint de diarrhée

THÈSE

présentée

à l'UNIVERSITÉ CLAUDE-BERNARD de LYON

(Médecine-Pharmacie)

et soutenue publiquement le 8 novembre 1976

pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

par

Dr. JEAN-PIERRE

né le 10 juin 1950

à LYON



PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'ECOLE NATIONALE
VETERINAIRE DE LYON

- DIRECTEUR: Monsieur le Professeur FROGET
- DIRECTEURS HONORAIRES : Messieurs les Professeurs JUNG, TAPERNOUX,
FLORIO

PROFESSEURS

- 1°- Pharmacie et Toxicologie : M. LORGUE
- 2°- Anatomie descriptive - Extérieur - Anatomie appliquée :
M. BARONE
- 3°- Physiologie - Thérapeutique - Pharmacodynamie : M. BOST
- 4°- Histologie - Embryologie - Anatomie pathologique : M. LUCAM
- 5°- Hygiène et Industrie des aliments d'origine animale :
M. FLACHAT
- 6°- Parasitologie et Maladies Parasitaires : M. EUZEBY
- 7°- Pathologie médicale des équidés et des carnivores - Légis-
lation vétérinaire : M. FONTAINE
- 8°- Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour :
M. COTTEREAU
- 9°- Technique Chirurgicale - Pathologie Chirurgicale : M. COULON
- 10°- Obstétrique - Pathologie de la Reproduction : M. BERTRAND
- 11°- Pathologie générale - Microbiologie - Immunologie : M. OUDAR
- 12°- Ethnologie - Zootechnie - Economie Rurale : M. FROGET
- 13°- Botanique appliquée - Agronomie - Alimentation : M. WOLTER
- 14°- Physique et Chimie biologiques et médicales : M. MAGAT
- 15°- Maladies contagieuses - Zoonoses - Législation sanitaire :
M. JOUBERT

PROFESSEURS SANS CHAIRE

M. FERNEY (Détaché à l'Institut de Médecine et Sciences Vétérinaires de DAKAR).

MM. CHANTEGRELET, DELATOUR, DESCHANEL, JEAN-BLAIN, LAPRAS, LE NIHOUANEN.

MAITRES DE CONFERENCES

M. BOIVIN.

MAITRES-ASSISTANTS AGREGES

MM. GASTELLU, MOUTHON.

MAITRES-ASSISTANTS

Mme CHAUVE, MM. DALBIEZ, FARGES, FRANCK, GEVREY, KECK, M^{le} LAVAL, MM. LEGEAY, PAYAN, PRAVE, Mme RACHAIL, M. RICHARD.

ASSISTANTS

MM. BASSIER, BELLI, BILLIONNET, CHERMETTE, CHEVRIER, DEGUELLE, EUZEBY, FAU, GARNIER, GOHE, GOUY, HARS, LABE, TIANO, VILLON.

EXAMINATEURS DE LA THESE

Président : M. Le Professeur BERTOYE de la Faculté de Médecine.

Premier assesseur : M. Le Professeur COTTEREAU de l'Ecole Nationale Vétérinaire.

Deuxième assesseur : M. Le Professeur BOST de l'Ecole Nationale Vétérinaire.

L'Université Claude Bernard (Médecine-Pharmacie) de LYON
et l'Ecole Nationale Vétérinaire de LYON, déclarent que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner ni approbation ni improbation.

A mes parents.

A ma grand-mère.

A la mémoire de mon grand-père que je viens de perdre.

A toute ma famille.

A tous mes amis.

A Monsieur le Professeur BERTOYE
de la faculté de médecine de LYON.

qui nous a fait le grand honneur d'accepter
la présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

A Monsieur le Professeur COTTEREAU
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de LYON

qui nous a inspiré ce travail et nous a toujours
réservé un accueil bienveillant.

Qu'il veuille trouver ici, l'expression de notre
vive reconnaissance.

A Monsieur le Professeur BOST
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de LYON

qui a bien voulu accepter de juger ce travail.

Qu'il veuille trouver ici le témoignage de notre
profonde gratitude.

A Mademoiselle Arlette LAVAL Maître assistant
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de LYON

qui nous a conseillé dans l'élaboration de ce
travail.

En témoignage de notre reconnaissance et notre
sincère amitié.

Nous tenons à remercier particulièrement les Vétérinaires dont l'accueil toujours bienveillant a permis la réalisation de ce travail.

INTRODUCTION

L'électrocardiographie est un moyen d'investigation essentiel chez l'homme pour diagnostiquer les malformations ou les altérations du coeur. On ne peut concevoir de nos jours l'examen d'un patient atteint d'une "maladie du coeur" sans un électrocardiogramme ; celui-ci est le reflet de l'activité propre des cellules myocardiques.

En médecine vétérinaire l'électrocardiographie est utilisée de façon très inconstante. Le cheval de course principalement et secondairement le chien de sport (lévriers, chiens de chasse) nécessitent des contrôles cardiaques fréquents, aussi l'électrocardiographie est chez ces animaux un complément à l'examen cardiaque habituel.

Chez les bovins l'électrocardiographie n'a pas dépassé le stade expérimental et son utilité en clientèle reste à démontrer ; aussi nous avons voulu essayer, en prenant le veau comme témoin expérimental, d'éclaircir ce problème de l'électrocardiographie chez les bovins.

Nous avons divisé notre travail en quatre parties :

- Dans une première partie nous rappelons quelques généralités sur le coeur et l'électrocardiographie.

- Dans une seconde partie nous exposons le matériel et les méthodes que nous avons utilisés pour

réaliser notre expérimentation.

- Dans une troisième partie nous rassemblons tous les résultats que nous avons pu recueillir sur l'électrocardiographie de veaux normaux.

- Enfin dans une quatrième partie nous essayons de montrer les altérations qui peuvent survenir chez des veaux atteints de diarrhée.

PREMIERE PARTIE:

GÉNÉRALITÉS

RAPPEL SUR LES PROPRIÉTÉS DU MUSCLE CARDIAQUE

A) INTRODUCTION

La structure du coeur n'est pas uniforme, elle comprend :

- Une charpente fibreuse formant les valvules cardiaques,
- Un tissu myocardique ou muscle cardiaque proprement dit,
- Un tissu nodal.

C'est ce dernier qui nous intéresse tout spécialement. Dans le tissu nodal, on peut reconnaître :

- Le noeud sinusal ou noeud de Keith et Flack situé au niveau de l'abouchement de la veine cave supérieure.
- Le noeud d'Aschoff Tawara situé dans la cloison inter-auriculaire en avant de l'abouchement du sinus coronaire.
- Le faisceau de His qui a un tronc commun dans la portion fibreuse du septum inter-ventriculaire ; ensuite il se divise en deux branches qui vont suivre les parois internes des ventricules ; il est intéressant de noter qu'il y a une séparation des myocardes auriculaires et ventriculaires et que le faisceau de His constitue la seule jonction musculaire entre oreillettes et ventricules.

Le faisceau de His se divise lui-même en de nombreuses fibres qui forment un réseau dont les ramifications terminales sont les fibres de Purkinje. Ces fibres de Purkinje sont directement réunies aux fibres myocardiques.

Enfin il faut remarquer qu'il n'y a pas de faisceau de liaison entre le noeud sinusal et le noeud d'Aschoff Tawara et c'est le myocarde auriculaire qui assure la conduction entre ces noeuds.

B) RAPPELS SUR L'AUTOMATISME CARDIAQUE : LE TISSU NODAL

"Le coeur possède en lui tous les éléments de son fonctionnement".

C'est-à-dire qu'il peut continuer à battre isolément du corps, même privé de son innervation extrinsèque. Il suffit pour celà de le mettre dans des conditions adéquates (température, ions, glucose, oxygène, substances tampons...).

1 - Rôle du tissu nodal dans l'automatisme cardiaque

Supposons une cellule myocardique isolée. Au repos il existe une différence de potentiel entre l'extérieur et l'intérieur de la membrane cellulaire : c'est le potentiel de repos qui est fonction de la répartition des ions de part et d'autre de cette membrane cellulaire. Tout particulièrement l'ion potassium qui est intracellulaire et l'ion sodium qui est extracellulaire.

Si une excitation survient au niveau de cette cellule, elle va entraîner une certaine perméabilité de la membrane surtout vis-à-vis du sodium avec rentrée d'ions sodium dans la cellule. Ces mouvements ioniques provoquent une nouvelle répartition des charges ; on

notera donc une nouvelle différence de potentiel qui correspond au potentiel d'action. Cependant cette dépolarisation cellulaire sera suivie d'une repolarisation avec sortie d'ions potassium et récupération de l'imperméabilité membranaire vis-à-vis du sodium : on revient au potentiel de repos.

Si chaque cellule ou fibre myocardique est excitée de façon coordonnée, on obtient une contraction totale du coeur.

Quel est le point de départ de cette excitation ?

Déjà en 1803 Stannius définissait le coeur comme un Pacemaker qui impose son rythme à tout le tissu nodal, donc à tout le coeur. Du noeud sinusal l'excitation est transmise au myocarde auriculaire (avec un léger décalage entre l'oreillette droite et l'oreillette gauche puisque le noeud sinusal est situé dans l'oreillette droite). Le myocarde auriculaire la transmet au noeud d'Aschoff Tawara puis au faisceau de His et enfin à toutes les fibres myocardiques ventriculaires.

Si la conduction dans le réseau de Purkinje est extrêmement rapide, elle est par contre très lente dans le faisceau de His, d'où un risque fréquent de blocage plus ou moins complet de la conduction entre les oreillettes et les ventricules ; c'est ce que l'on appelle les blocs auriculo-ventriculaires.

C) RAPPELS SUR L'EXCITABILITE DU MUSCLE CARDIAQUE

La fibre musculaire cardiaque répond à toute excitation du tissu nodal par un potentiel d'action et par une contraction. Après toute excitation un certain laps de temps ou période réfractaire est nécessaire à

la fibre myocardique pour qu'elle redevienne excitable : c'est l'inexcitabilité périodique de la fibre myocardique.

Lors de certaines anomalies de l'excitabilité, on peut observer des contractions prématurées des fibres myocardiques d'une région du coeur et ces contractions apparaissent avant la fin de la période normale de repos du coeur : on les appelle les extrasystoles. Elles peuvent naître soit dans l'oreillette, et on a alors des extrasystoles auriculaires, soit dans le ventricule, et on a alors des extrasystoles ventriculaires. La plupart des extrasystoles sont suivies d'une période de repos compensatrice qui dure jusqu'à ce que l'excitation suivante soit redevenue efficace.

Dans d'autres cas, les excitations en provenance du noeud sinusal peuvent se succéder à un rythme plus rapide que la normale ; les fibres myocardiques auriculaires se contractent alors selon un rythme plus rapide mais qui reste régulier et coordonné : il y a flutter auriculaire. Cependant grâce au faisceau de His qui est un véritable filtre entre les oreillettes et les ventricules, ces derniers ne suivent pas ce rythme rapide et se contractent selon un rythme propre beaucoup plus lent.

Bien souvent le flutter n'est que transitoire et on passe à un rythme tout aussi rapide mais totalement désordonné ; il y a anachronisme complet des contractions myocardiques auriculaires : on appelle cet état la fibrillation auriculaire.

Le ventricule est lui aussi passible, indépendamment ou non de l'oreillette, de subir un tel rythme anachronique : c'est la fibrillation ventriculaire.

Si la fibrillation auriculaire reste bénigne par le faible rôle mécanique des oreillettes, la fibrillation ventriculaire par contre empêche tout travail du coeur et entraîne très vite la mort.

NOTIONS D'ÉLECTROCARDIOGRAPHIE

A) DEFINITIONS

L'électrocardiographie consiste en l'enregistrement de l'activité électrique globale du coeur en fonction du temps. Cependant cette activité électrique s'effectue dans toutes les directions et sa propagation à travers l'organisme reste complexe d'où la nécessité dès le départ de poser des hypothèses.

B) HYPOTHESES DU DIPOLE

"Le dipôle est un système constitué de deux charges ponctuelles d'électricité, très proches l'une de l'autre et de sens opposé".

Waller (63) dès 1889 assimilait le coeur à un dipôle unique plongé dans un milieu uniformément conducteur ; il ramenait en quelque sorte le coeur à une fibre musculaire unique dont le comportement électrique, considéré comme identique à celui du dipôle, est observé de suffisamment loin. Le vecteur du dipôle est représenté dans ce cas par l'axe électrique du coeur.



Fig. I : schéma représentatif du vecteur dipôle

a : onde de dépolarisation

b : onde de repolarisation.

Si on place une électrode d'enregistrement dans le champ électrique du dipôle et que l'on relie cette électrode à un galvanomètre, ce dernier va marquer un certain potentiel dont le sens est fonction de la situation de l'électrode par rapport au dipôle.

Si l'électrode est placée du côté positif du champ électrique, cas d'une onde de dépolarisation se rapprochant d'elle, le potentiel enregistré sera positif. Si par contre l'électrode est placée du côté négatif, soit une onde de dépolarisation s'éloignant, le potentiel enregistré sera négatif.

C'est théoriquement l'inverse pour l'onde de retrait d'activation ou onde de repolarisation.

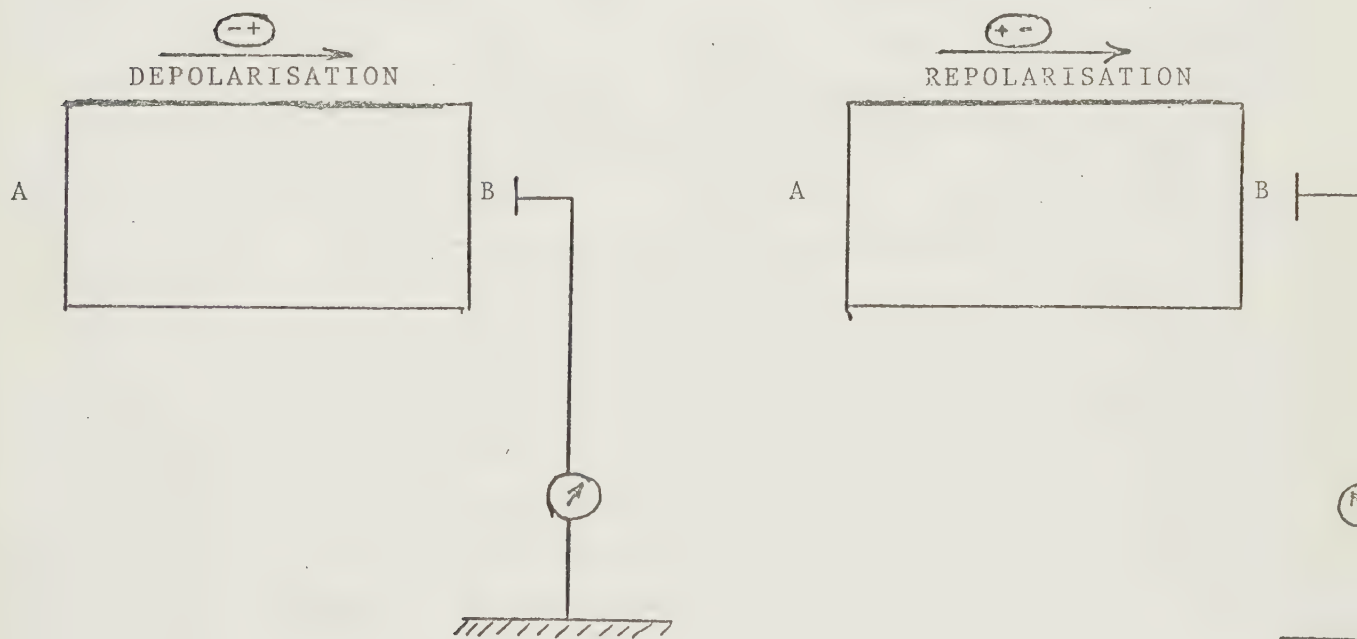


Fig. 2 : Enregistrement du champ électrique du dipôle par un galvomètre (37).

Le dipôle décrit la fibre de A vers B, l'électrode exploratrice voit un champ positif se déplacer vers elle.

Au cours de la repolarisation, le dipôle est inversé et le galvanomètre enregistre une variation négative.

Donc une électrode d'enregistrement placée suffisamment loin du coeur, à la surface du corps par exemple, va recueillir à chaque instant un certain potentiel dont la valeur est donnée par une formule simple :

$$V = \phi \frac{\cos \theta}{r^2}$$

ϕ : moment électrique du dipôle

θ : angle formé par la ligne interpolaire et la ligne joignant l'électrode au centre électrique du dipôle.

r : distance séparant l'électrode du centre électrique du dipôle.

Dans ces conditions, si on admet que le corps est un milieu conducteur homogène, l'apparition du dipôle d'activation va entraîner l'apparition brusque d'un champ électrique sans cesse variable défini par trois paramètres, les deux premiers étant perpétuellement changeants :

- le moment électrique du dipôle,
- l'orientation du dipôle,
- la configuration du champ électrique corporel.

Il est possible de placer deux électrodes à la surface du corps de part et d'autre du coeur. La somme algébrique des potentiels d'action enregistrés par chacune des électrodes fournit la différence de potentiel final. C'est un enregistrement dit bipolaire.

c) LE TRIANGLE EQUILATERAL D'EINTHOVEN ET LES DERIVATIONS BIPOLAIRES

Au début du siècle Einthoven (18) dans ses travaux eût l'idée de partir de la loi de Kirchhoff pour établir un enregistrement des différences de potentiel

entre certains points du champ électrique.

"La loi de Kirchhoff énonce que la somme des différences de potentiel qui règnent entre plusieurs points d'un circuit électrique fermé est nulle à condition que ces différences de potentiel soient comptées dans le même sens". Dans ce but Einthoven a choisi une construction géométrique simple : le triangle équilatéral dont les trois sommets équidistants le sont aussi du centre géométrique du triangle (ou se situe approximativement le coeur) et ces trois sommets correspondent chez l'homme à l'épaule droite, l'épaule gauche et le pubis. Les membres jouant le rôle de conducteur Einthoven disposa ces électrodes sur le bras droit, le bras gauche et la jambe gauche,

Avec ces trois électrodes connectées deux à deux, on obtient trois dérivations bipolaires. Ce sont :

D_I / Bras droit- Bras gauche

D_{II} / Bras droit- Jambe gauche

D_{III} / Bras gauche- Jambe gauche

Pour chacune de ces dérivations on note la valeur du vecteur potentiel que l'on inscrit en respectant son signe sur le côté du triangle qui lui correspond.

Ainsi à chaque instant le vecteur potentiel obtenu sur l'une des dérivations correspond à la projection du vecteur d'activité cardiaque sur cette dérivation. L'angle du vecteur d'activité cardiaque avec l'horizontal est appelé "axe électrique du coeur".

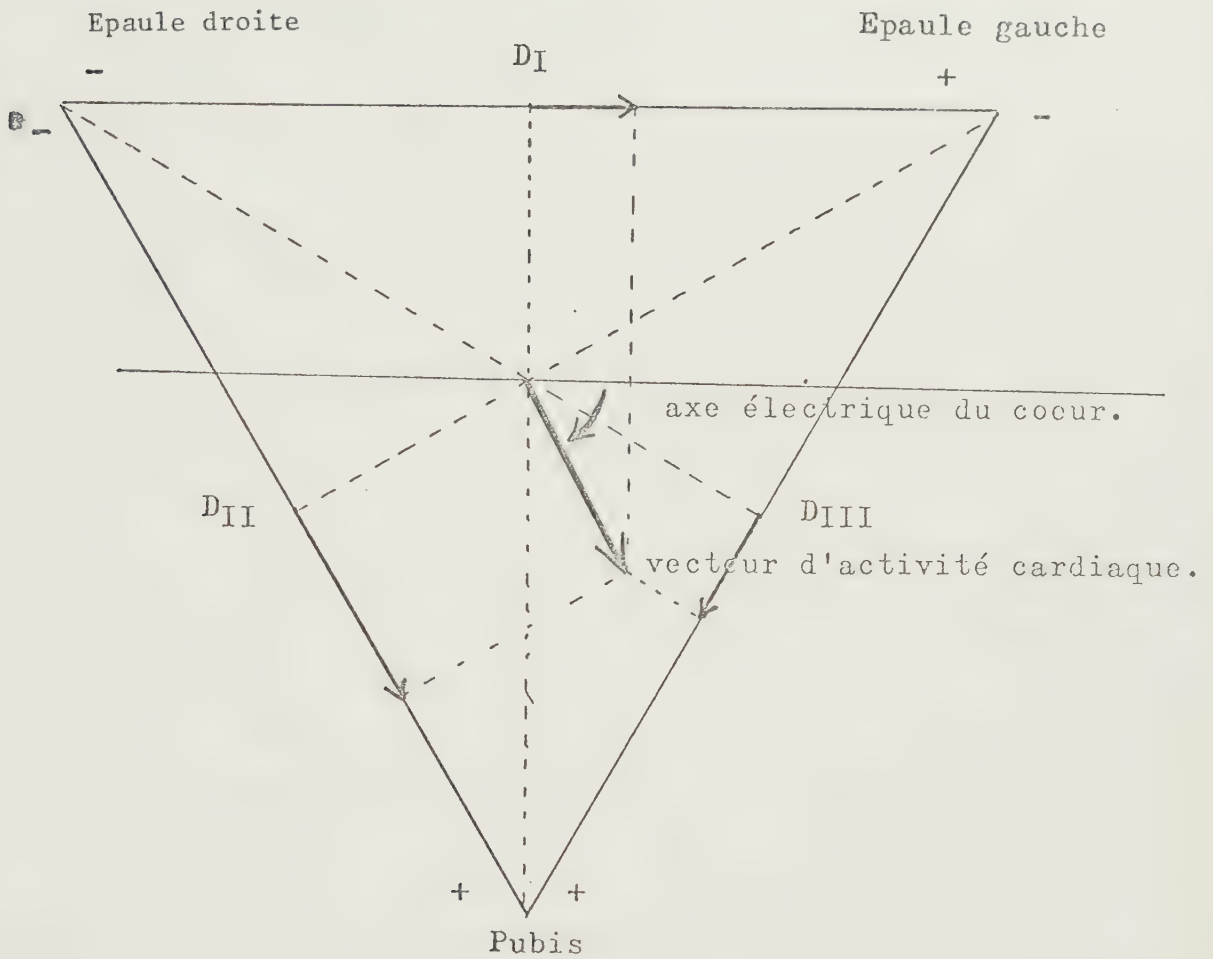


Fig. 3 : Représentation du vecteur d'activité cardiaque avec ses projections sur chaque dérivation.

D'après la loi de Kirchhoff :

$$\overrightarrow{D_I} + \overrightarrow{D_{II}} + \overrightarrow{D_{III}} = 0$$

soit

$$D_I + D_{II} = -D_{III}$$

soit en respectant l'orientation

$$D_I + D_{II} + D_{III}$$

D) LES DERIVATIONS UNIPOLAIRES ET LA BORNE CENTRALE DE WILSON

Les dérivations d'Einthoven fournissent la différence de potentiel existant entre deux points tels que l'épaule gauche et l'épaule droite par exemple ; aussi le mérite de Wilson a été de proposer une méthode pour connaître les variations de potentiel de chaque membre séparément. C'est en 1932 que Wilson, Johnston, Macleod et Barker (64) décrivent pour la première fois cette technique de la borne centrale.

Une seule électrode est exploratrice, l'autre électrode dite indifférente est connectée en un point de potentiel constamment nul.

Cependant un tel point n'existe en théorie qu'à l'inaccessible centre électrique du coeur.

Wilson eut alors l'idée, en s'appuyant sur la loi de Kirchhoff, de réunir à une borne commune dite borne centrale et par l'intermédiaire de résistances électriques de 5000 Ohms les trois électrodes périphériques d'Einthoven.

Ainsi il obtient un point privilégié dont les variations de potentiel peuvent être à chaque instant considérées comme négligeables.

Les dérivations électriques enregistrées par le montage de la borne centrale de Wilson sont indiquées en électrocardiographie par le symbole V.

Ces lignes de dérivations ne sont finalement que les bissectrices du triangle équilatéral. Malheureusement ne comportant qu'une seule électrode active et étant dérivées à travers des résistances additionnelles de 5000 Ohms, elles enregistrent un plus faible potentiel.

Aussi Goldberger (26) a proposé une technique

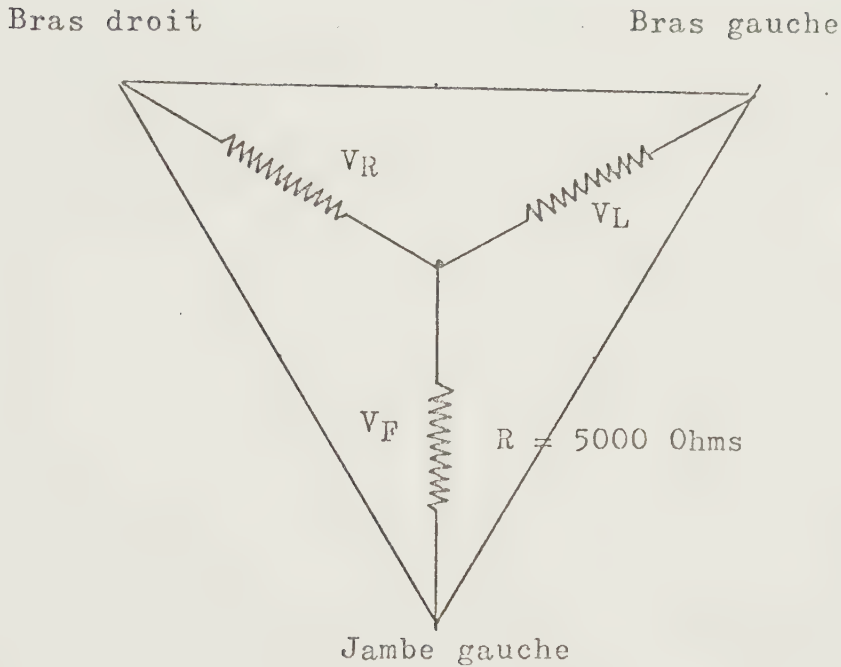


Fig. 4 : Borne centrale de Wilson ; montage

plus intéressante d'enregistrement :

Il ne connecte pas le membre exploré à la borne centrale et il supprime les résistances électriques de 5000 Ohms. Dans ce cas on désigne les dérivations unipolaires obtenues par l'adjonction de la lettre a (augmenté) au symbole V de la borne centrale de Wilson.

Ce qui donne :

- aVR pour le bras droit,
- aVL pour le bras gauche,
- aVF pour la jambe gauche.

Les dérivations de Goldberger ont l'avantage d'enregistrer un potentiel de valeur presque comparable à celui enregistré dans les dérivations bipolaires.

E) MORPHOLOGIE ET SIGNIFICATION DE L'ELECTROCARDIOGRAMME

Einthoven et Goldberger nous fournissent deux techniques différentes d'enregistrement pour l'électrocardiographie. Elles présentent cependant le grand intérêt de n'avoir en principe que trois électrodes à placer sur la surface du corps :

- Une à la base du bras droit,
- Une à la base du bras gauche,
- Une à la base de la jambe gauche.

Ces trois électrodes sont reliées à un galvanomètre qui va enregistrer à chaque moment une différence de potentiel qui reflétera à cet instant l'activité électrique du coeur. Cette différence de potentiel est inscrite sur un papier se déroulant à vitesse constante ; le tracé obtenu est constitué d'un ensemble d'oscillations ou ondes qui ont été désignées par Einthoven d'après l'ordre d'apparition :

Onde P

Onde QRS

Onde T

1) L'onde P correspond à l'envahissement des oreillettes par l'onde de dépolarisation ; l'onde de repolarisation auriculaire, de très faible amplitude, est masquée par l'onde de dépolarisation ventriculaire et n'est pas visible sur l'électrocardiogramme normal.

L'absence d'onde P signifie un rythme nodal ; c'est-à-dire que le noeud sinusal ne remplit plus sa fonction de coordinateur du rythme cardiaque et c'est du noeud d'Aschoff Tawara ou du faisceau de His que part l'onde d'excitation ; celle-ci atteint alors presque simultanément les oreillettes et les ventricules et l'onde P est cachée par le complexe QRS. D'autres troubles tels que la fibrillation et le flutter auriculaires modifient nettement la

conformation de l'onde P, nous en reparlerons ultérieurement.

2) Le segment P-R correspond au temps de conduction de l'influx entre les oreillettes et les ventricules, le long du faisceau de His. Tout défaut dans cette conduction modifiera la longueur du segment P-R ; ainsi un bloc auriculo-ventriculaire allongera le segment P-R.

3) Le complexe QRS correspond à l'envahissement rapide des ventricules par l'onde de dépolarisation. C'est le plus ample de tous les accidents de l'électrocardiogramme.

De nombreux troubles provoquent des anomalies du complexe QRS ; parmi eux, nous retiendrons tout spécialement les blocs de branche qui augmentent la durée de QRS et les phénomènes d'extrasystoles ventriculaires qui font apparaître sur l'électrocardiogramme des complexes QRS prématurés, souvent très différents et non précédés d'une onde P. Nous préciserons ces troubles dans un chapitre ultérieur.

4) Le segment S-T isoélectrique correspond à la période d'équilibre entre la dépolarisation et la repolarisation. Tout décalage du segment S-T par rapport à la ligne isoélectrique signifie que le coeur ne se dépolarise plus de façon uniforme, souvent par souffrance du myocarde.

5) L'onde T correspond à la repolarisation assez lente des ventricules. Chez l'homme l'onde T est dans le même sens que le complexe QRS.

Les troubles de la repolarisation ventriculaire entraînent naturellement des anomalies de l'onde T ; il s'agit principalement des désordres ioniques tels que l'hypocalcémie et l'hyperkaliémie qui perturbent les mouvements ioniques mis en oeuvre par la fibre myocardique

pour la récupération de son équilibre au cours de la repolarisation cellulaire ; ce qui se traduit sur l'électrocardiogramme par des différences d'amplitude de l'onde T.

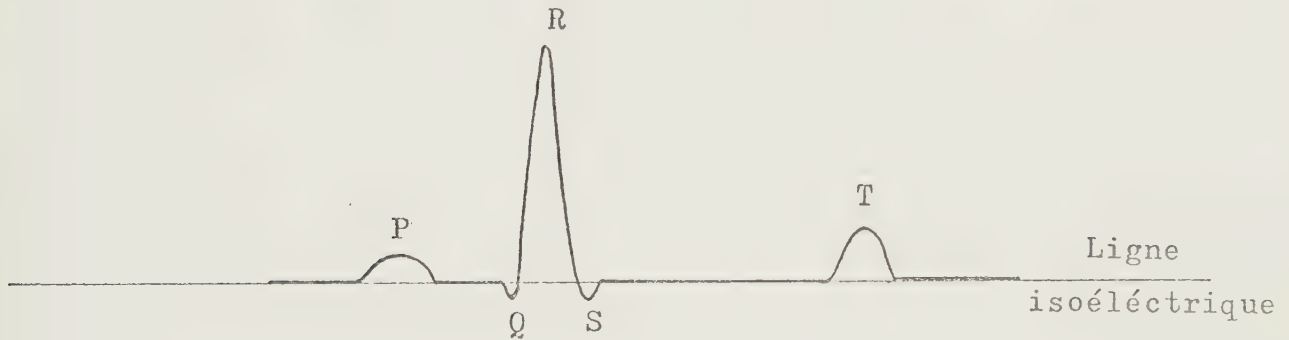


Fig. 5 : Représentation schématique d'un électrocardiogramme normal humain

F) RAPPELS SUR LES PRINCIPAUX TROUBLES DU RYTHME ET DE LA CONDUCTION CARDIAQUE

1 - Les troubles du rythme sinusal

Le rythme sinusal est celui où l'ensemble de la contraction cardiaque est sous la commande du noeud sinusal de Keith et Flack. On le reconnaît sur l'électrocardiogramme au fait que chaque complexe QRS est précédé d'une onde P. Le rythme sinusal est le rythme normal du coeur si sa fréquence reste dans les normes physiologiques ; cependant sous l'influence de l'innervation extrinsèque du coeur, ce rythme peut être ralenti ou accéléré.

La tachycardie sinusale.

Elle est physiologique lors d'effort, d'émotion, d'énervement ou d'anxiété. Par contre elle est pathologique si elle est l'indice d'une atteinte myocardique sévère ou d'une maladie extracardiaque ; ainsi la fièvre,

les anémies graves ou les atteintes du système nerveux central entraînent une tachycardie sinusale.

La bradycardie sinusale.

Elle n'est pratiquement jamais liée à une cardiopathie ; elle s'observe surtout lors d'affection méningée, d'ictère, d'hypothyroïdie, chez les sujets vagotoniques et chez les sujets sportifs pour lesquels le coeur a subi une augmentation de volume sans aucune cardiopathie.

La arythmies sinusales.

Ce sont des rythmes sinusaux non réguliers ; très souvent on les confond avec un phénomène physiologique qui est l'arythmie respiratoire. Cette arythmie a une périodicité liée au cycle respiratoire ; en effet la fréquence cardiaque s'accélère au moment de l'inspiration et se ralentit au moment de l'expiration.

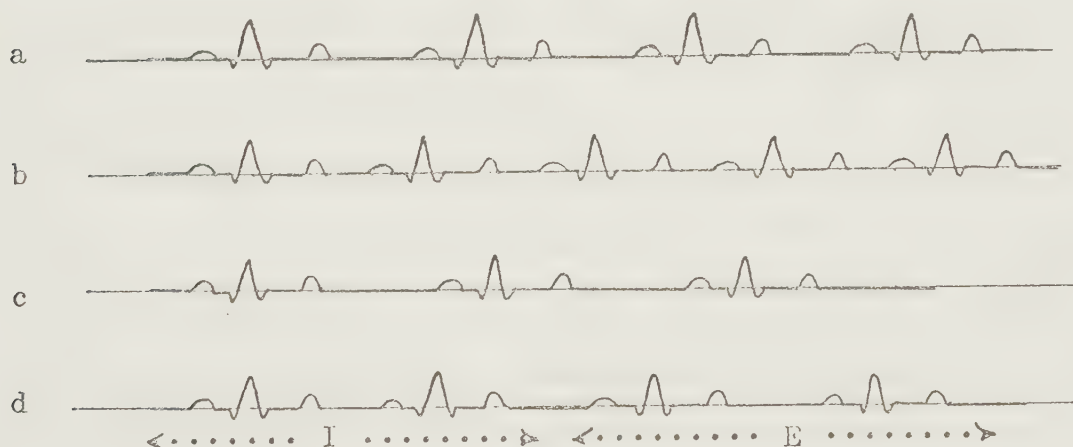


Fig. 6 : Représentation schématique des troubles du rythme sinusal.

a : rythme sinusal normal

b : tachycardie sinusale

c : bradycardie sinusale

d : arythmie respiratoire

2 - Les rythmes ectopiques

Par définition, on appelle rythme ectopique un rythme pour lequel le stimulus qui provoque la contraction cardiaque prend naissance en tout autre point que le noeud de Keith et Flack.

Le rythme nodal.

Dans le rythme nodal, il y a stimulation du coeur à partir du noeud d'Aschoff Tawara ; le noeud sinusal devenant incapable de remplir ce rôle.

L'onde P est alors modifiée car l'excitation atteint les oreillettes soit en même temps que les ventricules (P est alors confondu avec QRS) soit après les ventricules (P est situé après QRS).

Quelquefois il peut y avoir dissociation entre les rythmes auriculaires et ventriculaires : les oreillettes sont excitées par le noeud sinusal et les ventricules par le noeud d'Aschoff Tawara. D'où deux rythmes différents pour l'onde P et le complexe QRST.

Les extrasystoles.

Une extrasystole est une contraction cardiaque (partielle ou totale) prématurée, déclenchée par un foyer ectopique dont le siège peut se trouver en un point quelconque du myocarde. Ainsi les extrasystoles peuvent intéresser soit l'oreillette seule, soit le ventricule seul, soit enfin la jonction auriculo-ventriculaire.

L'influence de l'extrasystole sur le rythme de base peut être diverse ; en effet une extrasystole peut être interpolée ou décalante.

Une extrasystole interpolée vient se glisser entre deux contractions sinusales successives sans troubler le rythme de base, il s'agit presque toujours d'une extrasystole ventriculaire, et le phénomène n'est

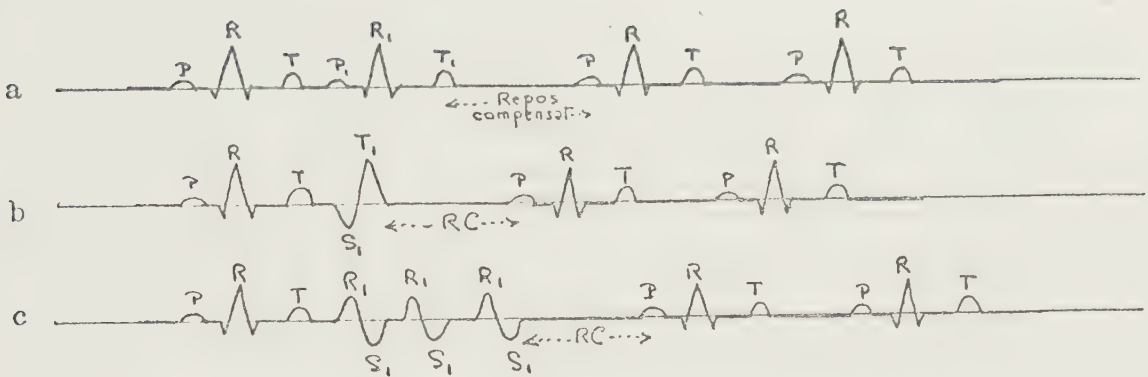


Fig. 7 : Représentation schématique d'extrasystoles
a : extrasystoles auriculaires
b : extrasystoles ventriculaires
c : salve d'extrasystoles ventriculaires.

possible que si l'extrasystole est suffisamment prématurée et le rythme sinusal relativement lent.

Une extrasystole est dite décalante lorsqu'elle est suivie d'un intervalle égal à l'intervalle existant entre deux contractions du rythme de base ; c'est un phénomène rare. Enfin l'extrasystole peut être suivie d'un repos compensateur si l'intervalle qui la suit est plus long que l'intervalle existant entre deux contractions du rythme de base.

La signification d'une extrasystole est très variable ; elle peut aller du trouble bénin dans la conduction chez un sujet nerveux ou anxieux jusqu'à une cardiopathie grave par atteinte valvulaire, distension myocardique...

Fibrillation et flutter auriculaires.

Ce sont deux troubles rythmiques apparentés par leurs aspects étiologiques et surtout par la fréquence avec laquelle on observe le passage de l'un à l'autre. La fibrillation auriculaire est un état anarchique d'excitation du myocarde des oreillettes ; l'activité coordonnée à point de départ sinusal étant remplacée par des

impulsions extrêmement rapides et irrégulières déterminant des contractions vermiculaires dispersées et inefficaces des parois auriculaires. Sur le tracé électrocardiographique l'onde P est remplacée par des ondulations permanentes de la ligne isoélectrique d'amplitude et de durée irrégulières. Toutes les cardiopathies peuvent s'accompagner d'une fibrillation auriculaire. Il arrive lors de fibrillation auriculaire que le ventricule reçoive des impulsions irrégulières et souvent rapides, d'où une tachyarythmie complète.

Le flutter auriculaire est une tachycardie auriculaire très rapide et régulière ; on le rencontre dans les mêmes conditions étiologiques que la fibrillation auriculaire, souvent même le flutter auriculaire est une altération précédant la fibrillation.

Lorsque une onde sur deux franchit la jonction auriculo-ventriculaire le flutter est dit 2/I ; on peut donc avoir suivant le rythme ventriculaire, des flutters de I/I à 4/I. Sur l'électrocardiogramme les ondes P sont remplacées par des ondulations très régulières et toutes identiques ; les complexes QRS sont régulièrement espacés survenant toutes les deux ondes auriculaires dans le flutter 2/I, toutes les quatre ondes dans le flutter 4/I.

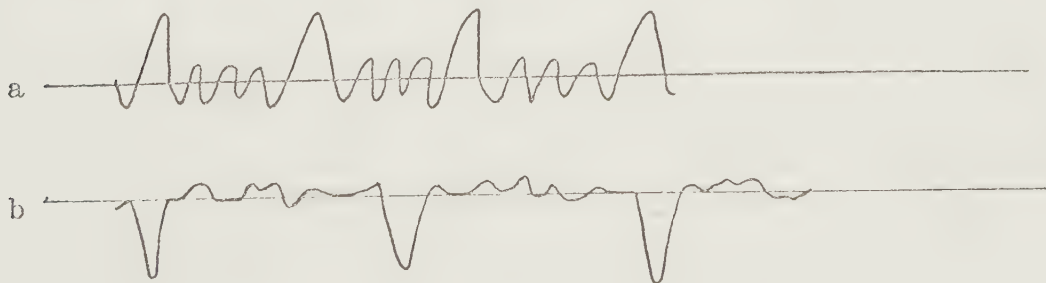


Fig. 8 : Représentation schématique
en a) d'un flutter auriculaire 4/I et
en b) d'une fibrillation auriculaire

Fibrillation ventriculaire.

Les ventricules en fibrillation sont animés de contractions parcellaires, fasciculaires, très rapides et totalement incoordonnées qui, sur le plan hémodynamique, réalisent un arrêt circulatoire total.

La fibrillation ventriculaire signe la phase finale d'une cardiopathie plus ou moins ancienne ou d'une atteinte cardiaque subite avec mort presque instantanée. L'électrocardiogramme montre une totale anarchie du tracé avec des ondes ventriculaires très rapprochées d'amplitude et de durée totalement irrégulières.

3) Les troubles de la conduction intracardiaque :
les blocs

On entend par blocs des troubles dans la conduction de l'onde d'excitation dus à un allongement anormal et pathologique de la phase réfractaire d'un secteur myocardique. Lors de bloc complet toute conduction devient impossible en permanence ; lors de bloc incomplet ou partiel la conduction reste possible seulement de façon intermittente ou en permanence mais avec une lenteur plus grande que normalement.

Blocs de branche.

Les blocs de branche existent lors d'anomalies de la conduction au niveau des branches du faisceau de His. Ce sont des anomalies uniquement de la conduction intraventriculaire , aussi au niveau de l'électrocardiogramme, il y a un allongement de la durée du complexe QRS.

Blocs auriculo-ventriculaires.

Les blocs auriculo-ventriculaires représentent des anomalies dans la conduction auriculo-ventriculaire.

- Bloc auriculo-ventriculaire du premier degré.
C'est un simple ralentissement dans la conduction auriculo-ventriculaire ; toutes les ondes P sont suivies d'un complexe QRS mais avec un intervalle P-Q anormalement long.
- Bloc auriculo-ventriculaire du second degré.
Il y a interruption momentanée de la conduction auriculo-ventriculaire ; sur l'électrocardiogramme certaines ondes P ne sont alors plus suivies de complexe QRS, généralement à intervalles réguliers.
- Bloc auriculo-ventriculaire du troisième degré ou bloc auriculo-ventriculaire complet.
Il est réalisé lorsque la conduction auriculo-ventriculaire est en permanence impossible.
Il y a alors dissociation auriculo-ventriculaire complète ; les oreillettes continuent d'être activées par le noeud sinusal tandis que les contractions ventriculaires sont sous la dépendance d'un centre d'activation autonome.

Sur l'électrocardiogramme, on observe l'indépendance complète des ondes P régulièrement espacées et des complexes QRS qui ont une fréquence en général beaucoup plus lente.

Blocs sino-auriculaires.

Les blocs sino-auriculaires définissent des troubles de la conduction qui ralentissent ou interrompent la propagation du stimulus entre le noeud sinusal et le

myocarde auriculaire adjacent.

- Bloc sino-auriculaire complet.

Il se traduit sur l'électrocardiogramme par un rythme nodal de remplacement ; la morphologie des complexes QRS est inchangée mais par contre l'activité auriculaire (ondes P) est en général absente comme dans tout rythme nodal.

- Bloc sino-auriculaire du second degré.

Il se traduit sur l'électrocardiogramme par l'existence de pauses au cours desquelles ne survient aucun accident auriculaire ou ventriculaire ; leur caractère essentiel est d'avoir une durée égale à un multiple de l'espace P-P du rythme sinusal de base.

G) LES ANOMALIES METABOLIQUES DE L'ONDE T ET DU SEGMENT S-T

Dans la dernière partie de notre thèse, nous essayerons d'étudier les modifications électrocardiographiques qui peuvent survenir chez des veaux atteints de diarrhée ; aussi il nous paraissait indispensable de rappeler ici quelques notions sur les anomalies électrocardiographiques engendrées par des désordres métaboliques. Nous avons envisagé les troubles de la calcémie et de la kaliémie qui ont des répercussions significatives sur l'électrocardiogramme ; elles ont été très bien étudiées chez l'homme et nous avons envisagé de les résumer ici.

1) Les troubles de la kaliémie

Le potassium est le principal cation intracellulaire ; il prend directement part au métabolisme cellulaire, les processus de transmission des excitations

sont liés à des échanges de potassium entre les liquides intracellulaires et extracellulaires.

L'hypokaliémie entraîne des manifestations neuromusculaires qui se limitent dans la presque totalité des cas à une atteinte myocardique décelable par l'électrocardiogramme ; le segment S-T s'affaïsse progressivement, l'onde T diminue d'amplitude, devient iso-électrique ou diphase, puis négative ; une onde U apparaît et subit une extraordinaire amplification.

La rétention de potassium avec hyperkaliémie provoque des troubles myocardiques dont les premiers et principaux signes sont électrocardiographiques ; ils intéressent les ondes T qui deviennent amples, symétriques, relativement étroites et pointues ; l'amplitude des ondes P et R peut décroître, le segment P-R s'allonge et la durée de QRS augmente. On peut en outre observer des troubles du rythme et de la conduction cardiaque : arythmies, bradycardie sinusale, bloc auriculo-ventriculaire, extrasystoles.

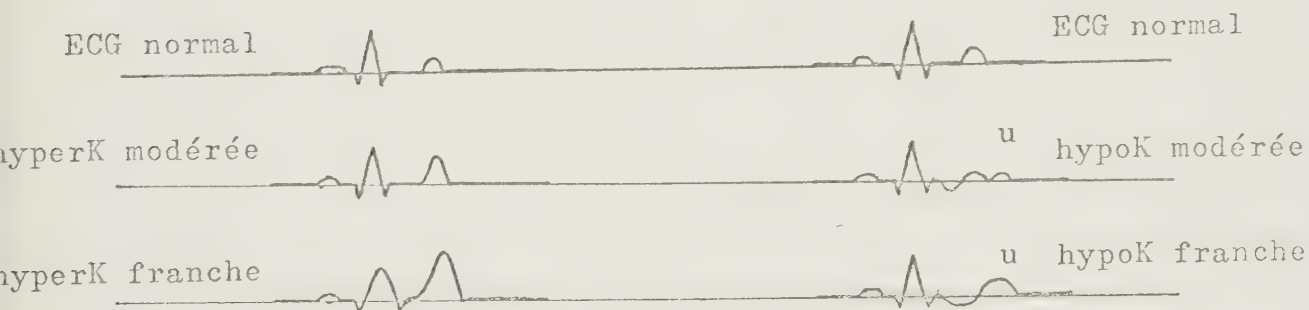


Fig.9(50) : Potassium et électrocardiogramme.
Représentation schématique des principales anomalies électrocardiographiques en rapport avec les variations de la kaliémie.

Chez l'animal, les anomalies hyperkaliémiques de l'onde T ont été bien étudiées par Merklen, Berthaux et Forman (42). Leurs études ont porté sur le chien, le chat, le lapin, le cobaye et le rat ; selon eux il existe une grande diversité d'effet chez l'animal de l'hyperkaliémie sur l'onde T ; l'augmentation d'amplitude de l'onde T a été nette chez le lapin et le chien, mais par contre chez le rat, le cobaye et le chat ils n'ont souvent pu mettre en évidence aucune augmentation de T et quelquefois même un aplatissement ou une négativation de cette onde. Par contre, ils ont retrouvé beaucoup plus régulièrement un ralentissement du rythme sinusal et une tendance à l'élargissement du complexe QRS entraînant secondairement une possibilité d'apparition d'un bloc auriculo-ventriculaire.

2) Les troubles de la calcémie

La teneur en calcium du plasma et des liquides interstitiels est minime par rapport à la masse calcique considérable que contient le système osseux ; mais tout déséquilibre calcique du plasma entraîne des perturbations immédiates dans les processus physiologiques essentiels, neuromusculaires avant tout ; et ce sont ces perturbations qui nous intéressent et tout particulièrement celles qui atteignent la contraction musculaire myocardique car elles sont décelables sur l'électrocardiogramme.

L'hypocalcémie entraîne une augmentation de durée du segment S-T qui demeure isoélectrique. Selon certains auteurs et notamment Richet (50), l'onde T ne subit pas de modifications. Pour Fattorusso (19) l'onde T devient petite et assez pointue ; enfin Merklen, Berthaux et Forman relèvent chez certains animaux une onde T pointue et symétrique qui a un aspect très

analogue à celle de l'hyperkaliémie, aussi ils approfondissent leurs recherches sur l'antagonisme très nette qui existe entre le calcium et le potassium ; ils montrent ainsi qu'il existe une analogie entre les modifications électrocardiographiques provoquées par l'hypocalcémie et celles provoquées par l'hyperkaliémie, la surcharge en calcium ramène dans la plupart des cas qu'ils citent à la normale les anomalies hyperkaliémiques de l'onde T.

L'hypercalcémie peut entraîner si elle est importante un arrêt cardiaque très rapide ; sur l'électrocardiogramme on observe un raccourcissement du segment S-T qui à l'extrême peut disparaître.

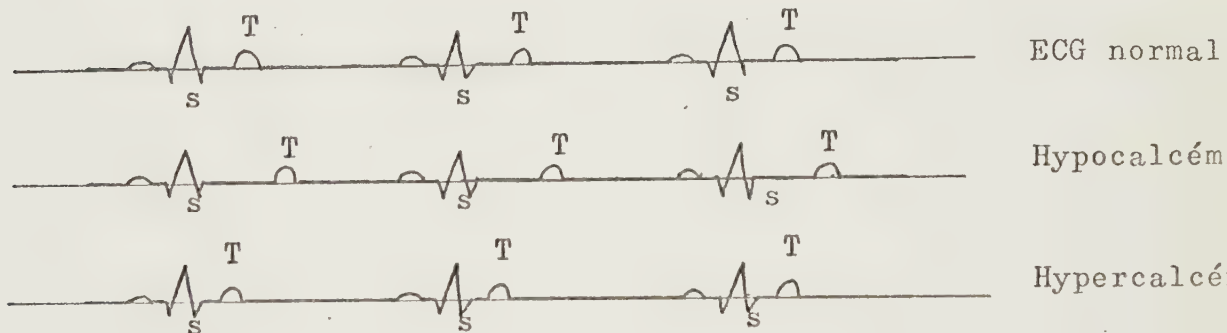


Fig. 10 (50) : Calcium et électrocardiogramme.

Schéma des modifications de S-T
en fonction de la calcémie

Pour être complet, il faudrait indiquer les modifications électrocardiographiques qui ont été relevées par certains auteurs lors de troubles de la magnésémie ; en fait l'élévation ou l'abaissement du taux de magnésium dans le sang n'est jamais un phénomène isolé, le calcium qui exerce des actions neuromusculaires comparables à celles du magnésium a toujours une teneur plasmatique modifiée lorsque la magnésémie varie ;

le plus souvent on peut même observer corrélativement des modifications de la calcémie, de la kaliémie et de la magnésiémie ; ce qui rend l'interprétation électrocardiographique très difficile.

En conclusion, on peut dire que chez les animaux domestiques les anomalies métaboliques de l'électrocardiogramme n'ont été que peu étudiées et les résultats obtenus sont assez décevants puisqu'on n'a pas retrouvé comme chez l'homme une constance dans les anomalies provoquées par des modifications précises de la kaliémie ou de la calcémie.

DEUXIEME PARTIE:

MATÉRIEL ET MÉTHODE UTILISÉS POUR L'EXPÉRIMENTATION

A) TYPE DE DERIVATION UTILISE

1) Introduction

Einthoven (18) au début du siècle créa pour l'homme un système de dérivations électrocardiographiques en s'appuyant sur le fait que le coeur est au centre d'un triangle équilatéral passant par l'épaule droite, l'épaule gauche et le pubis. Malheureusement chez les quadrupèdes les dispositions anatomiques sont totalement différentes de celles de l'homme : en particulier, le thorax n'est pas aplati dorso-ventralement mais latéro-latéralement, la ligne rejoignant la racine des membres antérieurs est placée beaucoup plus postérieurement que chez l'homme et traverse en fait le coeur, enfin l'axe anatomique du coeur est dans le plan longitudinal du corps et dirigé vers le bas et en arrière.

De ce fait de nombreuses recherches ont visé à mettre au point un système de dérivations appropriées aux ongulés domestiques et plus particulièrement aux bovins. Aussi il est fait dans le paragraphe suivant une récapitulation par ordre chronologique des différentes études effectuées sur ce sujet depuis une cinquantaine d'années.

2) Les différents systèmes de dérivations employés depuis 1920

Nörr (44) en 1920 utilise deux types de dérivations : région préscapulaire gauche - région cardiaque apicale et membre antérieur droit - membre postérieur gauche. Lautenschlager (36) la même année expérimente pour sa part des dérivations bipolaires précordiales qui ont l'avantage, selon lui, de donner de meilleurs voltages avec un minimum de parasitage musculaire.

Alfredson et Sykes (1) en 1942 emploient sur 97 vaches laitières les dérivations bipolaires d'Einthoven en invoquant la facilité de placement des électrodes sur la racine des membres ; ils recueillent des informations plus étendues qu'avec la technique des dérivations uniques employée par Nörr et sont ainsi les premiers à obtenir des résultats nombreux et bien interprétables.

En 1943 Spörri (56) utilise les dérivations suivantes : côté droit du cou - tubérosité du sacrum, côté droit du cou - pointe du coeur et pointe du coeur - tubérosité du sacrum. En 1954 Brooijmans (6) écarte le système des dérivations précordiales bipolaires utilisé par Lautenschlager pour préférer les dérivations bipolaires d'extrémités D_I , D_{II} , D_{III} et unipolaires aV_R , aV_L , aV_F . De plus, il met au point un système de dérivations précordiales unipolaires où l'électrode exploratrice est appliquée en différents points d'un plan vertical passant juste derrière l'épaule et d'un plan horizontal passant par l'articulation scapulo-humérale. Enfin il abandonne les électrodes aiguilles préconisées par Nörr, Lautenschlager et Spörri pour préférer comme Alfredson et Sykes des électrodes plaques mises en contact avec la peau préalablement tondue et enduite de pâte conductrice.

Dans un essai intéressant sur l'électrocardiographie bovine Fuzier (24) en 1956 adopte des emplacements variés pour les dérivations bipolaires et unipolaires ; il retient en définitive les dérivations unipolaires dans lesquelles l'électrode exploratrice se situe au niveau du bord antérieur de l'épaule gauche ou droite ; et, après avoir testé les électrodes aiguilles implantées sous la peau, il préfère les électrodes plaques de construction artisanale.

Deux ans plus tard, Sellers et Hemingway (55) remarquant les résultats obtenus d'animal à animal dans les dérivations bipolaires des membres tentent de mettre au point une méthode donnant des résultats plus constants et mieux interprétables. Ils font des enregistrements unipolaires intracardiaques, intraoesophagiens, intraruminaux et des enregistrements unipolaires pectoraux en implantant des électrodes aiguilles aux intersections de plans horizontaux et verticaux préalablement tracés à la craie sur le thorax ; certaines unipolaires pectorales et l'unipolaire intraoesophagienne leur donnent de très bonnes amplitudes ; d'autre part les variations d'animal à animal semblent minimales avec une dérivation bipolaire allant de l'olécrane gauche à un point juste sous le garrot à droite.

La même année Lank et Kingrey (34) font une série de tracés sur 45 vaches laitières saines par la méthode des dérivations bipolaires des membres.

Après les travaux japonais d'Uesaka (60) en 1943 et de Sugaro (57) en 1956 qui utilisent des dérivations bipolaires cou - paroi costale, cou - région apicale et paroi costale - région apicale ; Too et Nakamura (59) en 1958 comparent plusieurs systèmes de dérivations sur 40 bovins normaux : d'après eux, les bipolaires dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'animal

(olécrane gauche, garrot, olécrane droit) et dans un plan parallèle à l'axe de l'animal (entrée de la poitrine, garrot, région apicale) donnent les meilleures amplitudes et le minimum de variabilité. Ils mettent ainsi au point des dérivations semi-unipolaires ou l'électrode indifférente est placée près de l'anūs et l'électrode exploratrice en différents points des parois thoraciques droites et gauches ; cette technique leur permet d'étudier avec précision l'activité électrique cardiaque.

Les travaux français de cette époque sont dominés, mis à part ceux de Barruel (3) qui utilise les dérivations standards d'Einthoven, par ceux de Dubois (17) en 1961 : considérant les particularités anatomiques des bovins, les faibles amplitudes et la variabilité des valeurs obtenues par les auteurs précédents avec les dérivations bipolaires des membres, il essaye de trouver un triangle d'exploration mieux adapté. Dans un premier temps, il utilise les dérivations des membres et constate que les résultats varient beaucoup d'un sujet à l'autre, que le voltage est toujours faible (moins de 0,5 mV), que les tracés ont souvent des formes atypiques et que D_{II} et D_{III} ne sont pas du tout symétriques ; tout ceci étant dû au fait que le côté antérieur du triangle de dérivation traverse le cœur alors qu'il devrait être devant les viscères. Il essaie donc de reconstituer un triangle explorateur au centre duquel se trouverait le cœur ; ainsi il place ses électrodes sur la peau au milieu du bord antérieur de l'épau-
le à droite et à gauche et au niveau de la zone rétro-xyphoïdienne (ou plus loin vers l'arrière). Il obtient alors des résultats constants avec des amplitudes larges et symétriques en D_{II} et D_{III} et quasi nulle en D_I : les essais sont donc très concluants.

Dans les années 1966 - 1967 les allemands s'intéressent de très près à l'électrocardiographie bovine :

Jünge (31) en 1966 utilise comme Too et Nakamura un système de dérivations sagittales en appliquant les électrodes à la pointe du sternum, en région rétroxyphoïdienne et au garrot ; pour déterminer les déplacements du vecteur cardiaque, il utilise des dérivations unipolaires précordiales en appliquant les électrodes en divers points de la paroi thoracique. Sander (53) lui en 1967 adopte les dérivations de Spörri en orientant les côtés du triangle comme Einthoven et essaye, en se basant sur une série de tracés normaux de dépister les anomalies électrocardiographiques des bovins atteints de leucose. Mainwald et Börner (40) quant à eux, mettent au point une électrode adhésive adaptée à la transmission télé-métrique de l'électrocardiogramme sur les animaux en liberté. On peut noter ici que la radiotélé-métrie électrocardiographique fût aussi utilisée par Dracy et Jahn (16) en 1964 : à l'aide d'émetteurs récepteurs ils con-nurent à distance les variations précises du rythme car-diaque des ruminants.

En 1971 au cours d'un essai intéressant, Dotta et Balbo (15) comparent sur une série de veaux sains la méthode traditionnelle de dérivation des membres et la méthode proposée par Dubois dix ans auparavant ; la méthode traditionnelle leur paraît plus sensible dans les variations de forme de QRS selon l'âge du sujet ; de plus, ayant étendu leurs recherches sur 6 veaux atteints de cardiopathie, ils obtiennent des déviations de l'axe électrique cardiaque et des altérations de l'onde T avec la méthode traditionnelle tandis que les dérivations de Dubois n'enregistrent aucun changement, ces dérivations semblent donc peu sensibles aux anoma-lies de propagation de l'onde d'excitation myocardique. De même Gerghariu, Danielelesco et Moldovan (25) en 1969 se basent sur les conclusions de Dotta et Balbo (premiers travaux en 1966) et utilisent les dérivations standards

des membres en évitant l'implantation sous cutanée des électrodes pratiquée en particulier par Thielscher et Flock (58) l'année précédente.

Enfin Schultz et Prétorius (54) en 1972 modifient le triangle d'Einthoven en le plaçant dans le plan sagittal comme l'ont fait Too et Nakamura ainsi que Jünge ; mais ils implantent les électrodes sous cutanées au niveau du sacrum, du sternum et de la tête entre les deux oreilles.

3) Discussion

Cette vue d'ensemble sur les différents travaux effectués sur l'électrocardiographie bovine jusqu'à nos jours laisse apparaître une grande confusion d'idées. De nombreux auteurs ont créé leur propre système de dérivation en essayant de démontrer la non-valeur des autres systèmes d'enregistrement.

Parmi les nombreuses méthodes proposées, il faut surtout retenir celle de Dubois qui apparaît comme la mieux adaptée à la disposition anatomique du coeur des bovins et celle d'Einthoven qui reste la méthode la plus employée encore de nos jours et qui paraît surtout être la plus sensible aux anomalies de propagation de l'onde d'excitation myocardique dont la plus révélatrice dans les cas pathologiques où il y a modification de l'électrocardiogramme.

Aussi nous avons adopté cette technique d'enregistrement d'Einthoven ; de plus délaissant les aiguilles d'implantation sous cutanée qui, si elle donnent de très bon contacts, provoquent des réactions gênantes de l'animal, nous avons choisi des électrodes appliquées à même la peau et nous avons amélioré le contact électrode-peau par l'emploi d'une pâte conductrice appropriée.

B) APPAREIL EMPLOYE

Nous avons employé un électrocardiographe Cardioline ETA qui présentait pour nous de très nombreux avantages dont son faible encombrement, sa maniabilité et sa simplicité d'utilisation. Ses dimensions sont de 29 cm de longueur, 15 cm de largeur et 25 cm de hauteur ; son poids est de 6 kg environ.

L'écriture se fait au moyen d'une plume chauffante avec réglage de la température entre 0 et 50°C sur un papier thermosensible ; la vitesse de déroulement du papier est soit de 25 mm/s soit de 50 mm/s avec une précision de $\pm 2\%$. La longueur d'un rouleau de papier est de 30 m, sa largeur est de 45 mm avec une zone d'écriture de 35 mm. La sensibilité de l'appareil peut être réglée entre 0 et 15 mm pour 1 mV avec en plus une commande séparée pour étalonnage à 1 et 1/2 ; avec une sensibilité égale à 1 mV pour 1 cm on peut voir sur le tracé un signal d'entrée de 0,01 mV.

Un filtre "tremblement musculaire" permet de ramener les fréquences de 120 Hz aux environs de 50 Hz ; de cette manière on peut en partie éliminer les interférences hautes fréquences dues aux tremblements musculaires du patient. Un bon nombre de nos enregistrements se sont faits avec le filtre à cause de la trop grande mobilité de nos sujets.

Enfin l'alimentation de l'appareil se fait au moyen d'une batterie de 12 V qui permet l'enregistrement d'environ une cinquantaine de tracés ; cette batterie se recharge très facilement sur secteur en une dizaine d'heures. Les connexions se font au moyen de cables qui sont reliés chacun à leur extrémité à une électrode ; ces électrodes qui sont pour plus de commodité des pinces crocodiles sont réalisées dans un alliage "argent, cuivre, tungstène" ; chaque pince crocodile a un témoin de couleur différente

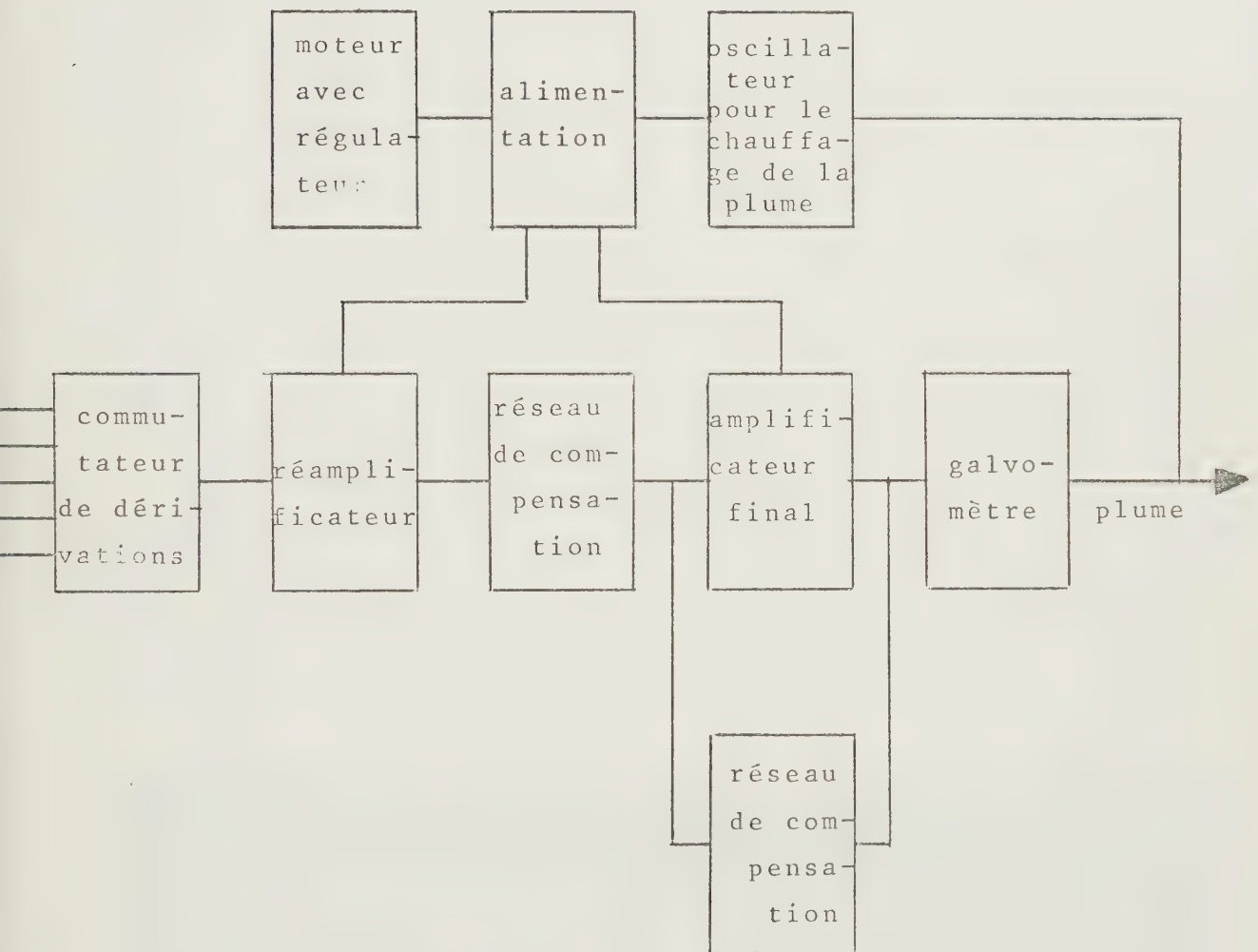
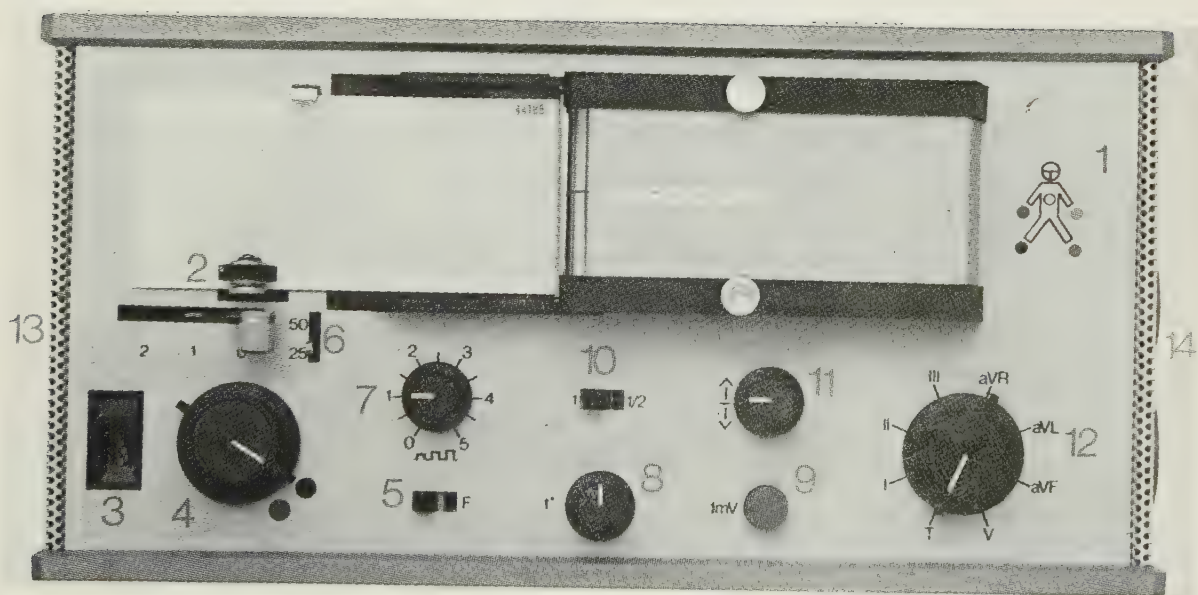


Fig. 11 : Schéma du circuit à blocs.

- 1 indicateur des couleurs du cable patient
- 2 levier de marche
- 3 indicateur optique de charge des piles
- 4 commande arrêt-marche
- 5 filtre anti-contractions musculaires
- 6 changement de vitesse du déroulement du papier
- 7 commande de l'amplification

- 8 réglage chauffage de la plume
- 9 bouton de millivolt
- 10 inverseur pour étalonnage 1 et 1/2
- 11 centrage de la plume
- 12 commutateur de dérivations
- 13 à gauche: prise pour alimentation externe de 12 V continu et sortie de raccordement pour oscilloscope
- 14 à droite: prise pour câble patient et prise de masse

Fig.12 - Schéma d'emploi de l'appareil



qui permet de la placer de façon convenable, soit :

- rouge -----> membre antérieur droit,
- jaune -----> membre antérieur gauche,
- noir -----> membre postérieur droit,
- vert -----> membre postérieur gauche.

C) METHODE UTILISEE

1 - Choix des animaux

Nous avons choisi deux lots d'animaux : tout d'abord 21 veaux âgés de moins de trois semaines qui ne présentaient à l'examen aucune maladie ou défectuosité apparente ; nous les avons considéré comme des animaux sains. Ces veaux ont été choisis dans différentes exploitations d'une commune de la Mayenne.

Ensuite notre expérimentation s'est portée sur un lot de 30 veaux atteints de diarrhée à des stades très différents : certains gardaient un état général très satisfaisant malgré une diarrhée assez fluide, d'autres par contre étaient affaiblis et relativement déshydratés. Cette expérimentation s'est effectuée toujours dans la même région de la Mayenne et au printemps, époque la plus meurtrière pour les veaux.

Le maximum de renseignements a toujours été recueilli sur chaque cas étudié.

2 - Position de l'animal

La plupart des électrocardiogrammes ont été effectués sur un animal debout, maintenu à la tête par un aide. Malgré tout les animaux restaient nerveux et

craintifs ; aussi il nous fallait attendre plusieurs minutes après la pose des électrodes pour que l'animal se tranquilise un peu. Quelques enregistrements ont été effectués sur l'animal couché, celui-ci étant dans un tel état apathique qu'il ne réagissait plus aux stimulations extérieures.

3 - Mise en place de l'appareil et des électrodes. Etalonnage. Réglages

L'appareil était installé sur une botte de paille, à quelques mètres de l'animal, les cables reliés par une prise appropriée à l'appareil étaient tenus en l'air par un aide et les pinces crocodiles étaient mises en place sur le membre correspondant à chacune d'elle ; un tampon de coton imbibé d'une solution conductrice était placé sur la peau avant la mise en place de la pince. Pour plus de commodité la pâte conductrice fournie en même temps que l'appareil avait été diluée dans une solution d'eau et d'éther à parts égales.

Nous avons cherché chaque fois à fixer la pince dans la même région anatomique, à savoir pour le membre antérieur le pli de peau du coude et pour le membre postérieur le pli de peau du grasset.

Une fois les électrodes mises en place, l'animal manifestait assez souvent de l'irritation et il nous fallait alors attendre quelques minutes avant de commencer l'enregistrement.

Tout d'abord le commutateur de dérivation était placé sur la position T (témoin) afin d'étalonner l'appareil ; nous avons toujours utilisé une sensibilité de 1 mV pour 1cm, ce qui correspondait à un réglage du bouton de commande d'amplification sur la position 4,5 l'inverseur d'étalonnage étant placé sur la position I.

Le bouton de Millivolt permettait de se rendre

compte du bon étalonnage de l'appareil.

Ensuite la plume était centrée sur le milieu du papier et la vitesse réglée sur 25 mm/s.

L'enregistrement pouvait alors commencer : chaque dérivation était enregistrée sur une longueur d'environ 50 cm.

4) Analyse des résultats

Les enregistrements obtenus dans les 6 dériva-
tions ainsi que tous les renseignements sur chaque veau
ont été rassemblés puis étudiés. Ainsi pour chaque tracé
électrocardiographique nous avons retenu :

- le rythme cardiaque,
- la morphologie de l'onde P, du complexe
QRS et de l'onde T. Cette étude morpho-
logique comprenant la mesure de l'amplitu-
de et de la durée de chaque onde dans
chaque dérivation ainsi qu'une appréciation
sur la forme de l'onde,
- la durée des segments P-Q et S-T,
- La recherche de l'axe électrique.

Tous ces renseignements ont été rassemblés en
tableaux et une analyse statistique a été réalisée sur
l'ensemble de ces résultats.

TROISIEME PARTIE:

ÉLECTROCARDIOCARDIOGRAPHIE DU VEAU NORMAL

INTRODUCTION

Avant de s'intéresser aux résultats électrocardiographiques que nous avons obtenus sur un lot de veaux normaux, nous avons regroupé en quelques tableaux commentés les valeurs obtenues, par les différents auteurs déjà cités, sur l'électrocardiographie des bovins normaux.

I - VALEURS ELECTROCARDIOGRAPHIQUES OBTENUES SUR DES BOVINS NORMAUX PAR DIFFERENTS AUTEURS JUSQU'A NOS JOURS

La plupart des auteurs que nous avons cités ont réalisé des séries de tracés électrocardiographiques sur des bovins apparemment sains. Leur interprétation personnelle de ces tracés nous a permis de publier les différentes valeurs obtenues quant au rythme cardiaque, à la durée et à la forme des ondes et des intervalles, à l'amplitude des différents accidents et à la direction de l'axe électrique du coeur.

Malheureusement les études sont assez hétérogènes suivant les auteurs et les publications ne regroupent pas toujours toutes les valeurs mesurables sur les tracés électrocardiographiques effectués ; ainsi Nörr (44), Lautenschlager (36), et Fuzier (24) par exemple ne mesurèrent ni les rythmes cardiaques, ni les

amplitudes des ondes. Néanmoins comme l'avaient déjà fait partiellement Tielscher et Flock (58) en 1966 et Lightowler et Sahlberg (38) en 1970, nous essayons ici de regrouper leurs principaux résultats.

1 - Rythmes cardiaques et durée des ondes P, QRS et T
(voir tableau n° I)

Pour l'onde P, les valeurs varient de 0,03 à 0,14 s ; les valeurs les plus fréquemment rencontrées allant de 0,08 à 0,10 s.

Pour le complexe QRS, les valeurs varient de 0,03 à 0,12 s ; les valeurs les plus fréquemment rencontrées allant de 0,06 à 0,08 s.

Pour l'onde T, les valeurs varient de 0,03 à 0,13 s avec une valeur moyenne de 0,08 à 0,10 s.

On remarque d'après toutes ces données que la dépolarisation auriculaire est plus longue que la dépolarisation ventriculaire ($P > QRS$).

2 - Durée des intervalles P-R, S-T et Q-T (voir tableau N°2)

L'intervalle P-R varie de 0,10 à 0,29 s ; les valeurs les plus fréquentes sont de 0,19 et 0,20 s.

L'intervalle S-T varie de 0,10 à 0,31 s ; les valeurs les plus fréquentes sont de 0,20 s.

L'intervalle Q-T varie de 0,24 à 0,55 s ; les valeurs les plus fréquentes sont de 0,30 à 0,40 s.

D'après Alfredson et Sykes (1), les durées de P-R, Q-T et moins significativement de QRS sont inversement proportionnelles au rythme cardiaque ; cette notion a été confirmée par Spörri, Dotta et Balbo, Thielscher et Flock, Ghergariu, Moldovan et Danielelesco.

Tableau n° 1
Rythme et durée des ondes P QRS et T
enregistrées par différents auteurs sur des bovins

Toutes les valeurs retenues dans les 3 tableaux
concernent les bovins adultes, sauf pour celles
rapportées par Ghergariu qui concernent des veaux.

		Rythme	Durée de P	Durée de QRS	Durée de T
(Nörr		0,10 s			
(Lautenschlager		0,10 - 0,12s	0,08 - 0,10 s	0,08 - 0,12s	
(Alfredson	82 avant 1 an	$\frac{1}{2}$		0,09	
(Sykes	72 68 après 1 an	$\frac{1}{2}$		(0,06 à 0,12)	
(Platner Kibler	61	0,08	0,09		
(Brody					
(Fuzier		0,08	0,05 - 0,10	0,09	
(Barruel		0,03-0,06		0,04-0,06	
(Sellers	Résultats variables en fonction des dérivations				
(Hemingway	unipolaires employées				
(Too, Nakamura					
(dériv.semi uni- polaires		0,14	0,12	0,13	
(Jünge	96	0,08	0,08	0,11	
(	(64 à 130)	(0,07 à 0,10)		(0,09 à 0,12)	
(Sander		0,10	0,10	0,10 à 0,12	
(			(0,08 à 0,11)		
(Thielcher Flock		0,066	0,06	0,03	
(Gerghariu S	116	0,037 à	0,036 à	0,05 à 0,08	
(veau de moins de	(75 à 170)	0,054	0,047		
(3 mois					
(Gerghariu S	74,5	0,05 à 0,08	0,034 à	0,05 à 0,08	
(de 6 mois à 1 an	(50 à 107)		0,051		
(Schultz	88		0,074		
(Pretorius	(62 à 138)				
(Nemecek	60	0,082	0,09	0,10	
(	(40 à 83)	(0,08 à 0,10)	(0,08 à 0,10)	(0,08 à 0,12)	
(					

3) Amplitude des ondes P, QRS et T (voir tableau n°3)

Les valeurs sont ici très variables suivant les auteurs ; en effet, le matériel et les méthodes employées, en particulier le système de dérivation employé, ont une grande influence sur les amplitudes des accidents électrocardiographiques. On sait déjà que, sur un même animal, les amplitudes varient du tout au tout suivant que l'on emploie les standards d'Einthoven ou les dérivations proposées par Dubois ou Too et Nakamura.

D'après le tableau n° 3 ci-joint, on peut seulement remarquer qu'en général, les amplitudes obtenues sont assez faibles.

4) Axes électriques

D'après les résultats obtenus jusqu'à présent, la direction des axes électriques moyens de QRS paraît très variable d'animal à animal.

On peut résumer en un tableau les quelques valeurs indiquées par différents auteurs.

Auteurs	Direction de l'axe électrique
Alfredson et Sykes (1)	Deux zones : + 30 à + 180 ° - 30 à - 170 ° Dans 50 % des cas : de + 30 à + 90 °
Dubois (17)	Antérieurement dans l'axe du corps
Jünge (31)	De la direction caudo-ventrale à gauche à la direction cranio-dorsale à droite.
Schultz et Prétorius (54)	- 90 à 175 ° avec une moyenne de - 134 °
Ghergariu (25)	57 % des veaux de moins de 3 mois : 0 à 90 ° 40 % des veaux de 6 à 12 mois : - 124 à - 140 °

Tableau n° 2
Durée des segments P-R, S-T et Q-T enregistrés
par différents auteurs sur des bovins

	: Durée de P-R :	: Durée de S-T :	: Durée de Q-T :
(Nörr	: 0,10 s	:	: 0,55 s
(Lautenschlager	: 0,10 à 0,12 s	: 0,20 à 0,30 s	:
(Alfredson	: 0,19 s	:	: 0,39 s
(Sykes	: 0,10 à 0,30 s	:	: 0,29 à 0,47 s
(Platner Kibler Brody	: 0,19 s	: 0,19 s	: 0,41 s
(Fuzier	: 0,23 à 0,29 s	: 0,23 à 0,29 s	: 0,35 à 0,55 s
(Barruel	: 0,14 à 0,20 s	:	:
(Sellers Hemingway	: Résultat très variables en fonction des dériva-		
(	: tions unipolaires employées		
(Too Nakamura (déri-	:	:	:
(vations semiunipolaires	: 0,29 s	: 0,31 s	: 0,44 s
(Jünge	: 0,18 s	: 0,10 s	: 0,35 s
(	:	: (0,08 à 0,17s)	:
(Sander	: 0,20 s	:	:
(	: (0,16 à 0,22s)	:	:
(Thielscher Flock	: 0,14 s	: 0,14 s	: 0,28 s
(Ghergariu	: 0,097 à 0,11	: 0,195 à 0,228	: 0,241 à 0,269
(veau < 3 mois	:	:	:
(6 < veau < 12 mois	: 0,104 à 0,146	: 0,240 à 0,307	: 0,282 à 0,349
(Schultz Pretorius	: 0,166 s	:	: 0,39 s
(Nemecek	: 0,197	:	: 0,43
(	: (0,16 à 0,22s)	:	: (0,34 à 0,54)
(	:	:	:

Tableau n° 3
Amplitude des ondes P, QRS et T enregistrées
par différents auteurs sur des bovins

	:Amplitude: :de P (mV)	:Amplitude: :de Q	:Amplitude: :de R	:Amplitude: :de S	:Amplitude: :de T
Nörr					
Lautenschlager					
Alfredson	:0,11 mV	: 0,21 mV	: 0,43 mV	: 0,04	: 0,33
Sykes	: (0,03 à	: (0,00 à	: (0,10 à	: (0,00 à	: (0,10 à
	: à 0,22 mV	: 1 mV)	: 2,60)	: 0,5)	: 0,90)
Platner Kibler	:0,4 à	:0,3 à	:0,4 à	:0,2 à	: 2 à
Brody	: 1,2 mm	: 2,7 mm	: 8 mm	: à 5 mm	: 4 mm
Fuzier					
Barruel	: < 0,1 mV		: 0,5-1mV		:0,3 à
					: 0,5mV
Sellers	:Résultat très variables en fonction des dériva-				
Hemingway	:tions unipolaires employées				
Too NaKamura	: 0,08 mV	: 0,08 mV	: 0,164 mV	: 0,386 mV	: 0,28 mV
Jünge	: 0,12 mV	: 0,08 mV	: 0,56 mV	: 0,73 mV	: 0,30 mV
Sander	: 0,20 mV		:0,8-1,5mV		:0,30 à
					: 0,50 mV
Thielscher Flock	: 0,22 mV	: 0,14 mV	: 1,28 mV		: 0,55 mV
Ghergariu	:0,076 à	: 0,104 à	: 0,381 à	: 0,096 à	: 0,113 à
< 3 mois	: 0,129	: 0,227	: 0,729	: 0,405	: 0,458
6 veau < 12 m.	:0,06 à	: 0,025 à	: 0,268 à	: 0,034 à	: 0,063 à
	: 0,134	: 0,134	: 0,448	: 0,785	: 0,384
Schultz	: 0,174 à		: 0,424 à		: 0,174 à
Pretorius	: 0,999		: 1,666		: 0,999
Nemecek	: 0,09 mV		: 0,75 mV		: 0,31 mV

L'axe électrique cardiaque des bovins est donc le plus souvent pointé vers l'avant. Enfin il faut noter l'étude très intéressante faite par Van Arsdel, Krueger, et Bogart (62) à propos de l'orientation vectorielle des axes P, QRS et T chez les bovins de boucherie : ils relèvent que chez le veau nouveau-né le vecteur Q-R-S est dirigé vers la tête et le vecteur de T vers la queue ; à 350 Kg de poids vif, le vecteur de QRS est situé dorsalement et celui de T ventralement. Le vecteur de P, lui, semble pointer caudalement et vers la gauche depuis la naissance jusqu'au poids de 350 Kg.

5) Forme des ondes électrocardiographiques

Plusieurs auteurs se sont penchés sur l'étude de la forme des accidents électrocardiographiques. Malheureusement, les variations qui existent entre chaque dérivation suivant la méthode employée, rendent le problème très complexe et il est très difficile de tirer des conclusions générales sur la forme de chaque onde.

- Onde P.

Elle est souvent diphasique dans les tracés effectués par Alfredson et Sykes (1), Lank et Kingrey (34), Thielscher et Flock (58), Too et Nakamura (59).

Elle est monophasique dans les tracés effectués par Schultz et Prétorius (54) et Too et Nakamura lorsqu'ils utilisent leurs dérivations semi-unipolaires.

De toute façon elle est très variablement positive ou négative suivant les animaux et les systèmes de dérivations.

- Complexe QRS.

C'est l'onde qui présente le plus de variabilité. Alfredson et Sykes classent les tracés

électrocardiographiques suivant la forme de QRS en
D_{II}.

Ils forment ainsi quatre groupes :

- groupe un dans lequel R prédomine,
- groupe deux dans lequel QRS est diphasique,
- groupe trois dans lequel les potentiels sont très faibles dans toutes les dérivations,
- groupe quatre dans lequel Q prédomine.

Sander (53), Lank et Kingrey classent aussi leurs électrocardiogrammes en fonction du complexe QRS.

Too et Nakamura obtiennent des complexes QRS de type R ou qR.

Schultz et Prêtorius obtiennent, eux, des complexes QRS de type RS. Enfin tous les auteurs ayant comparé les électrocardiogrammes en fonction de l'âge des animaux se rejoignent pour remarquer que l'amplitude de R diminue avec l'âge.

- Onde T.

On ne peut tirer aucune conclusion des travaux effectués tant les différences sont grandes : selon les auteurs, l'onde T peut être monophasique, diphasique, positive ou négative.

- Intervalle P-R et S-T

Ils sont généralement iso-électrique.

6) Conclusion

Cette récapitulation rapide des résultats obtenus par la douzaine d'auteurs ayant effectué des tracés électrocardiographiques sur des bovins normaux nous permet de tirer les conclusions suivantes :

Le rythme cardiaque des bovins adultes est en moyenne de 70 à 80 battements par minute ; l'existence d'une arythmie respiratoire est rare.

La mesure de durée des ondes et des intervalles permet d'établir des valeurs moyennes utilisables pour étudier les électrocardiogrammes pathologiques.

La mesure des amplitudes et l'étude de la forme des ondes ne donnent que des résultats très variables en fonction des animaux et des techniques utilisées.

Le calcul de la direction de l'axe électrique cardiaque des bovins ne donne, lui aussi, que des résultats variables ; néanmoins il semble, le plus souvent, être dirigé vers l'avant.

II - RESULTATS PERSONNELS OBTENUS A PARTIR D'ELECTRO-CARDIOGRAMMES REALISES SUR UN LOT DE VEAUX NORMAUX

Introduction

Nous avons choisi pour notre expérimentation une commune du département de la Mayenne où nous avons sélectionné dans différents élevages 21 veaux dont l'âge varie entre 4 jours et 3 semaines.

- 3 sont âgés de 4 jours,
- 3 sont âgés de 8 jours,
- 2 sont âgés de 15 jours,
- 13 sont âgés de 3 semaines.

11 veaux sont de sexe mâle et 10 veaux sont de sexe femelle.

Quant à leur race :

- 8 sont de race maine anjou,
- 5 sont croisés maine anjou x charolais,
- 6 sont de race française frisonne pie noire,
- 1 est croisé français frison pie noire x charolais,
- 1 est de race normande.

Selon Alfredson et Sykes ainsi que Tielscher et Flock la race et le sexe n'ont absolument aucune influence sur les tracés électrocardiographiques.

Sur ces 21 veaux nous avons enregistré, selon la technique décrite précédemment, les six dérivations d'Einthoven ; puis nous avons évalué pour chaque dérivation :

- le rythme cardiaque,
- la durée et l'amplitude des différents accidents,
- la durée des intervalles entre chaque accident,

- la valeur approchée de l'axe électrique pour l'onde Q.

Toutes ces données ont été regroupées pour les 21 veaux et pour chacune nous avons calculé la moyenne, la variance, l'écart type et l'erreur standard à la moyenne.

Il est intéressant de comparer ces résultats à ceux obtenus précédemment par d'autres auteurs et notamment ceux de Gerghariu qui intéressent des veaux de moins de 3 mois.

A) Etude du rythme cardiaque

Nous avons d'abord remarqué que pour chaque veau étudié le rythme cardiaque diminue au fur et à mesure de l'enregistrement. Ainsi pour le veau n° 13 nous avons obtenu les valeurs suivantes :

- en D_I un rythme de 175,
- en D_{II} un rythme de 150,
- en D_{III} un rythme de 140,
- en aV_R un rythme de 140,
- en aV_L un rythme de 125,
- en aV_F un rythme de 120.

(voir ECG N° I)

Ce phénomène s'explique très facilement par le fait que le veau est apeuré par notre présence et son rythme cardiaque augmente alors très rapidement jusqu'à atteindre quelquefois une valeur proche de 175 battements par minute puis il va s'habituer progressivement et tout au long des dix minutes que dure environ l'enregistrement, son rythme cardiaque va diminuer pour approcher une valeur physiologique normale. Ainsi toutes les valeurs rapportées dans le tableau n° 4 sont celles calculées dans la dérivation aV_F . Nous sommes certains

qu'elles restent souvent encore supérieures à celles que l'on obtiendrait sur un veau parfaitement tranquille et immobile.

La valeur moyenne obtenue est de 138 ± 4 révolutions par minute.

Les valeurs extrêmes obtenues sont de 105 pour le rythme le plus lent et de 160 pour le rythme le plus rapide. La moyenne obtenue par Gerghariu sur des veaux de moins de 3 mois est de 116 révolutions par minute, soit une moyenne plus faible que celle que nous avons obtenu. Ceci peut s'expliquer puisque ses veaux sont plus âgés et il est établi que le rythme cardiaque diminue avec l'âge pour atteindre une valeur moyenne définitive de 70 révolutions par minute à l'âge adulte. Ainsi Kolb (32) donne selon l'âge les résultats suivants :

- Foetus	150-175 battements/mn		
- Nouveau-né (premières heures)	115-140	"	"
- Veau (2 semaines)	105-115	"	"
- Veau (3 mois)	90-105	"	"
- Bovin (6 mois)	80-100	"	"
- Bovin (adulte)	60-70	"	"

Sur deux veaux nous avons noté une arythmie sinusale physiologique qui semble d'origine respiratoire. Ainsi chez les veaux n° 7 et n° 9 le rythme cardiaque varie entre une valeur minimale de 75 et une valeur maximale de 150 en passant par une valeur moyenne de 130 ; et l'on retrouve tout au long des tracés de l'électrocardiogramme ces différentes valeurs avec une régularité qui est liée à celle du rythme respiratoire (voir ECG n° 2).

Tableau n° 4
Résultats personnels concernant
les rythmes cardiaques des veaux sains

	Rythme
	cardiaque
	enregistré
	en aV _F
(Veau n°1 : FFPN ♂ de 3 semaines	150
(Veau n°2 : FFPN ♀ de 3 semaines	100
(Veau n°3 : FFPN ♀ de 3 semaines	150
(Veau n°4 : FFPN ♂ de 3 semaines	160
(Veau n°5 : Maine Anjou ♀ de 3 semaines	160
(Veau n°6 : Maine Anjou ♀ de 3 semaines	160
(Veau n°7 : Maine Anjou x Charolais ♂ de 3 semaines	130
(Veau n°8 : Maine Anjou x Charolais ♀ de 3 semaines	115
(Veau n°9 : Maine Anjou x Charolais ♀ de 3 semaines	130
(Veau n°10: Maine Anjou x Charolais ♂ de 4 j	150
(Veau n°11: Maine Anjou ♂ de 15 j	130
(Veau n°12: Maine Anjou ♂ de 15 j	130
(Veau n°13: FFPN x Charolais ♀ de 4 j	120
(Veau n°14: Maine Anjou ♀ de 8 j	150
(Veau n°15: Normand ♂ de 4 j	110
(Veau n°16: Maine Anjou ♂ de 8 j	120
(Veau n°17: Maine Anjou x Charolais ♂ de 8 j	105
(Veau n°18: Maine Anjou ♂ de 3 semaines	150
(Veau n°19: Maine Anjou ♀ de 3 semaines	110
(Veau n°20: FFPN ♂ de 3 semaines	160
(Veau n°21: FFPN ♀ de 3 semaines	150

B) Etude de la durée des différents accidents et des intervalles entre ces accidents

Dans le tableau n° 5 nous avons récapitulé la durée en secondes pour chaque veau et dans les six dérivations des accidents P, QRS et T ainsi que la durée des intervalles P-Q et S-T.

1 - Durée de l'onde P

Les moyennes obtenues sont :

- en D _I	0,035	± 0,04 s
- en D _{II}	0,034	± 0,04 s
- en D _{III}	0,027	± 0,04 s
- en aV _R	0,028	± 0,04 s
- en aV _L	0,030	± 0,04 s

En aV_F sur les 21 tracés 3 seulement présentent une onde P mesurable ; sur les 18 autres tracés l'onde P est inexistante. De plus trois tracés ne présentent aucune onde P dans les six dérivations.

En moyenne la durée de l'onde P est voisine de 0,03 s.

Ce résultat est nettement inférieur à ceux trouvés par d'autres auteurs ; seul Gerghariu sur des veaux de moins de 3 mois obtient un résultat assez proche :

0,037 à 0,054 s

Donc il semble que la durée de l'onde P augmente avec l'âge.

Enfin en aV_F l'onde P n'apparaît pas sur l'électrocardiogramme.

1	Durée de l'onde P						Durée du complexe QRS						Durée de l'onde T						Durée de PQ	Durée de ST
	D _I	D _{II}	D _{III}	aV _R	aV _L	aV _F	D _I	D _{II}	D _{III}	aV _R	aV _L	aV _F	D _I	D _{II}	D _{III}	aV _R	aV _L	aV _F		
N°1			0,02	0,02	0,01		0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,06	0,05	0,03	0,08	0,06	0,08	0,08
N°2	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	0,02	0,05	0,02	0,05	0,01	0,01	0,07	0,03	0,06	0,06	0,07	0,06	0,12
N°3	0,02	0,02	—	0,02	0,02	—	0,04	0,04	0,02	0,04	0,01	0,01	0,04	0,03	0,04	0,03	0,05	0,06	0,04	0,10
N°4	0,06	—	0,05	0,04	0,04	—	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,07	0,02	0,03	0,02	0,04	0,04	0,06
N°5	0,06	0,04	0,03	0,05	0,05	—	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07	0,08	0,12
N°6	0,04	0,02	0,04	0,04	0,04	—	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03	0,06	0,10
N°7	0,03	0,03	0,01	0,01	0,02	—	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,08	0,02	0,04	0,04	0,04	0,08	0,12
N°8	P difficilement interprétable						0,05	0,01	0,02	0,02	0,06	0,02	0,08	0,07	0,10	0,06	0,06	0,10	0,08	0,08
N°9	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01	—	0,02	0,01	0,05	0,05	0,02	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,07	0,05	0,12
N°10	P difficilement interprétable						0,04	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	—	0,12	0,12
N°11	0,04	0,02	—	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,05	0,06	0,02	0,05	0,04	0,04	0,04	0,08
N°12	0,01	—	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,06	0,08
N°13	0,04	0,03	0,02	0,04	0,06	—	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	—	0,06	0,08
N°14	0,04	0,06	0,04	0,05	0,03	—	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,08	—	0,07	0,04	0,05	0,04	0,07	0,10
N°15	P difficilement interprétable						0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,03	0,12	0,09	0,08	0,06	0,08	0,12
N°16	0,02	0,04	0,04	0,05	0,05	—	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,14
N°17	P difficilement interprétable						0,01	0,02	0,06	0,01	0,02	0,02	0,09	0,09	—	0,07	0,09	0,1	0,06	0,12
N°18	0,03	—	0,04	0,02	0,04	—	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,07	0,02	0,04	0,02	0,04	0,04	0,08	0,12
N°19	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	—	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,06	0,04	0,05	0,05	0,08	0,06	0,08	0,12
N°20	0,02	0,04	0,01	0,01	0,01	—	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,08	0,05	0,03	0,04	0,07	0,08
N°21	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	—	0,05	0,04	0,01	0,05	0,05	0,04	0,01	0,03	0,03	0,07	0,02	0,04	0,08	0,08

TABLEAU N°5

Résultats personnels concernant la durée des différents accidents et intervalles en seconde pour chaque veau

2 - Durée du complexe QRS

Les moyennes obtenues sont :

- en D _I	0,022	± 0,04 s
- en D _{II}	0,018	± 0,03 s
- en D _{III}	0,022	± 0,03 s
- en aV _R	0,017	± 0,03 s
- en aV _L	0,017	± 0,03 s
- en aV _F	0,015	± 0,03 s

La durée du complexe QRS est inférieur à celle de l'onde P puisque en moyenne elle est de 0,02 secondes.

Seul Gerghariu qui donne comme durée du complexe QRS :

0,036 à 0,047 s

s'approche de cette moyenne.

3 - Durée de l'onde T

Les moyennes obtenues sont :

- en D _I	0,047	± 0,05 s
- en D _{II}	0,048	± 0,05 s
- en D _{III}	0,049	± 0,06 s
- en aV _R	0,045	± 0,05 s
- en aV _L	0,049	± 0,05 s
- en aV _F	0,054	± 0,06 s

Soit une durée moyenne de 0,05 s environ.

Donc l'onde T a une durée supérieure à celle de QRS et de P. Ces résultats correspondent toujours à ceux de Gerghariu qui donne des valeurs à 0,05 à 0,08 s pour la durée de l'onde T.

4 - Durée des intervalles P-Q et S-T

Les moyennes obtenues sont :

- pour P-Q 0,066 $\pm$ 0,004 s
- pour S-T 0,104 $\pm$ 0,005 s

Gerghariu trouve des valeurs légèrement supérieures puisque pour P-Q il donne une durée de 0,1 et pour S-T une durée de 0,2 s.

5 - Conclusion

On peut retenir qu'en comparant les résultats obtenus à ceux d'autres auteurs, il semble que la durée des différents accidents et intervalles comme la valeur du rythme cardiaque augmente avec l'âge, surtout dans la première année de la vie.

C) Etude de l'amplitude et de la forme des accidents

Du fait de variations individuelles assez importantes dans l'amplitude des différents accidents, l'étude statistique effectuée n'a qu'une signification limitée et nous n'attacherons d'importance qu'à la description morphologique des ondes et à quelques remarques sur l'amplitude de ces ondes et surtout sur leur sens par rapport à la ligne iso-électrique.

1 - Amplitude et forme de l'onde P

- Amplitude.

L'amplitude de l'onde P est toujours d'une valeur moyenne assez voisine de 0,13 mV. Cette valeur est légèrement supérieure à celle trouvée par Gerghariu sur des veaux de moins de 3 mois, valeur qui est de 0,1 mV.

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10	N°11	N°12	N°13	N°14	N°15	N°16	N°17	N°18	N°19	N°20	N°21
Amplitude P D _I D _{II} D _{III} aV _R aV _L aV _F	+0,05	+0,25	-0,2	+0,3	+0,2	+0,15	+0,15	P difficilement interprétable	+0,18	P difficilement interprétable	+0,3	+0,12	+0,12	+0,21	P difficilement interprétable	-0,1	P difficilement interprétable	+0,1	+0,35	+0,1	+0,2
	~	+0,2	-0,12	~	+0,1	+0,04	+0,04		+0,09		+0,1	~	~	+0,1		-0,1		~	+0,15	-0,2	~
	-0,1	-0,1	~	-0,15	-0,15	-0,16	-0,11		-0,1		~	-0,1	-0,1	-0,13		+0,1		-0,05	-0,1	-0,1	-0,12
	+0,05	-0,25	+0,12	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	P difficilement interprétable	-0,1	P difficilement interprétable	-0,1	-0,1	-0,1	-0,14	P difficilement interprétable	+0,15	P difficilement interprétable	-0,05	-0,15	-0,1	-0,1
	~	+0,15	-0,1	+0,15	+0,15	+0,12	+0,11		+0,09		+0,2	+0,1	+0,32	+0,12		-0,2		+0,05	+0,1	+0,1	+0,2
	~	+0,1	~	~	~	~	~		~		-0,6	~	~	~		~		~	~	~	~
Amplitude QRS D _I D _{II} D _{III} aV _R aV _L aV _F	+0,3	-1,3	+0,7	-0,2	-0,8	-1,3	+0,7	-0,5	-0,3	-0,6	-1	-1,5	-1,1	+1,4	+1	+0,14	-1	-0,5	-0,12	+0,5	+0,7
	+0,2	-1	+0,5	+0,5	+0,25	+0,25	+0,4	-0,4	-0,3	-0,8	-0,8	+0,5	-1,8	+0,5	-1,1	+0,5	-0,5	+0,2	-0,4	+0,3	-0,7
	-0,5	+0,8	-0,5	+0,3	+1,5	+1,1	+0,3	-0,6	+0,2	-0,2	-0,2	+0,8	+0,2	-1,1	-1,2	-1,8	+0,7	+0,5	+0,9	-0,2	-1,2
	-0,4	+1,2	-0,7	-0,4	+0,8	+1	-0,5	+0,5	+0,4	+0,7	+1	+1,2	+1,7	-0,7	-0,3	-1,4	+0,8	~	+0,7	+0,9	+0,5
	+0,2	-1,2	+0,8	-0,3	-1,7	-1,3	+0,2	+0,5	-0,1	+0,3	-0,6	-1,5	-1,3	+1,2	+1,1	+1,9	+0,7	-0,4	-0,8	-0,4	+0,8
	+0,2	+0,2	+0,2	+0,3	+0,5	+0,45	-0,2	-0,6	-0,3	-0,7	-0,7	+0,7	-0,7	+0,4	-0,4	-0,6	+0,7	+0,1	+0,2	-0,2	-0,6
Amplitude T D _I D _{II} D _{III} aV _R aV _L aV _F	+0,5	+0,6	-0,55	+0,6	+0,3	+0,1	+0,3	+0,4	+0,1	-0,25	+0,6	-0,4	+0,5	-0,3	-0,3	-0,15	+0,3	+0,25	+0,35	-0,2	-0,4
	+0,1	+0,5	-0,1	bi0,15	~	-0,05	+0,3	+0,4	+0,15	-0,1	+0,6	-0,4	+0,45	~	-0,2	bi0,1	+0,3	bi0,1	+0,2	+0,05	+0,2
	-0,3	-0,2	+0,45	-0,15	-0,3	-0,1	-0,05	+0,35	+0,1	+0,05	+0,2	-0,05	-0,1	+0,15	+0,15	+0,2	~	-0,1	-0,2	+0,2	+0,3
	+0,1	-0,4	+0,4	bi0,1	-0,3	-0,1	-0,3	-0,3	-0,1	+0,1	-0,4	+0,5	-0,1	+0,25	+0,45	+0,25	-0,3	-0,1	-0,3	-0,2	bi0,1
	+0,25	+0,3	-0,5	+0,15	+0,4	+0,2	+0,15	-0,15	~	-0,1	+0,3	-0,2	+0,2	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	+0,15	+0,3	-0,1	-0,1
	+0,15	+0,2	+0,25	bi0,05	-0,1	-0,1	+0,1	+0,3	+0,1	~	+0,25	-0,2	~	-0,1	-0,3	+0,05	-0,2	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1

TABLEAU N°6

Résultats personnels concernant l'amplitude des différents accidents
en millivolts pour chaque veau.

Le signe ~ indique que l'accident correspondant était inexistant dans cette dérivation.
L'abréviation bi signifie que l'accident était biphasique dans cette dérivation.

De toute façon, aussi bien pour l'onde P que pour le complexe QRS ou l'onde T, les valeurs fournies sont très variables suivant les auteurs et ces résultats n'ont que peu de signification vu les grandes différences d'amplitudes existant d'un veau à l'autre. Nous avons effectué sur certains veaux deux électrocardiogrammes à quelques jours d'intervalle et la valeur des amplitudes varie d'un tracé à l'autre d'une façon trop significative pour que l'on attache de l'importance aux résultats obtenus.

- Forme.

L'onde P est toujours monophasique, de plus elle est très généralement positive en D_I , D_{II} et aV_L et négative en D_{III} et aV_R ; elle est inexistante en aV_F .

2 - Amplitude et forme du complexe QRS

- Amplitude.

Le complexe QRS a dans nos tracés une amplitude plus importante que celle indiquée par d'autres auteurs et principalement ceux qui se sont intéressé à l'électrocardiographie des bovins adultes.

Ainsi Alfredson et Sykes donnent une valeur moyenne de 0,43 mV ; Too et Nakamura, une valeur de 0,164 mV ; Jünge une valeur de 0,56 mV et Gergharin une valeur de 0,35 mV pour des animaux de 6 mois à un an. Sur la plupart de nos tracés, on peut noter une amplitude oscillant entre 0,6 et 0,7 mV. Ceci rejoint les résultats de Gerghariu qui démontrent très significativement que l'amplitude des ondes électrocardiographiques décroît avec l'âge des sujets.

- Forme

La morphologie du complexe QRS est très variable d'un sujet à l'autre ; en général, les ondes Q

Tableau n° 7

(Etude Statistique :		:	Erreur	:	:	
(des différents :		Moyenne:	standart	:	Variance:Ecart)	
(paramètres :		:	à la moyenne:	:	Type)	
(-----:		-----:	-----:	-----:	-----:	
(Rythme cardiaque :		138 bat/	4	:	350 : 18)	
(:		mn:	:	:	:	
(-----:		-----:	-----:	-----:	-----:	
(	(	Onde P	Temps	D _I	:0,035 s : 0,0035 : 0,0002 :0,015)	
				D _{II}	:0,034 s : 0,0036 : 0,0002 :0,014)	
				D _{III}	:0,027 s : 0,0035 : 0,0002 :0,014)	
				:	:	
				:	:	
				:	:	
	(		Amplitude	D _I	:+0,168mV: 0,020 : 0,008 :0,09)	
				D _{II}	:+0,105mV: 0,014 : 0,028 :0,052)	
				D _{III}	:-0,106mV: 0,007 : 0,010 :0,032)	
				:	:	
				:	:	
				:	:	
(	(	Onde QRS	Temps	D _I	:0,022 s : 0,0035 : 0,00026:0,016)	
				D _{II}	:0,018 s : 0,0029 : 0,00017:0,013)	
				D _{III}	:0,022 s : 0,0033 : 0,00024:0,015)	
				:	:	
				:	:	
				:	:	
	(		Amplitude	D _I	:-1,476mV: 0,546 :62,539 :2,5)	
				D _{II}	:-0,662mV: 0,113 : 2,692 :0,519)	
				D _{III}	:+0,705mV: 0,103 : 2,215 :0,47)	
				:	:	
				:	:	
				:	:	
(	(	Onde T	Temps	D _I	: 0,047s: 0,0046 :0,00045 :0,021)	
				D _{II}	: 0,048s: 0,0047 :0,00044 :0,021)	
				D _{III}	: 0,049s: 0,0062 :0,00078 :0,028)	
				:	:	
				:	:	
				:	:	
	(		Amplitude	D _I	:+0,355mV: 0,034 :0,250 :0,158)	
				D _{II}	:+0,237mV: 0,039 :0,289 :0,170)	
				D _{III}	:-0,185mV: 0,024 :0,119 :0,109)	
				:	:	
				:	:	
				:	:	
(	(	P-Q	Temps	:	:0,066 s : 0,004 :0,0004 :0,02)	
				:	:	
(	(	S-T	Temps	:	:0,104 s : 0,005 :0,0005 :0,02)	
				:	:	
(		:	:	:	:	
(		:	:	:	:	

et S sont faiblement marquées voire inexistantes ; quant à l'orientation de l'onde R, il paraît assez fréquent qu'elle soit de sens contraire par rapport à l'onde P, ce qui est en contradiction avec l'électrocardiogramme de l'homme qui montre une onde P et une onde R de même sens par rapport à l'axe iso-électrique.

Enfin on peut noter que l'on retrouve chez 12 veaux un aspect croché de l'onde R, principalement en D_I et en aV_F mais éventuellement dans d'autres dérivations ; ce décrochement est expliqué par un probable ralentissement de la conduction intraventriculaire, c'est-à-dire en quelque sorte un bloc de branche dont l'origine ne serait pas pathologique (voir ECG n° 3).

3 - Amplitude et forme de l'onde T

- Amplitude.

L'onde T a une amplitude moyenne comprise entre 0,2 et 0,3 mV ; ces résultats rejoignent ceux fournis notamment par Alfredson et Sykes (0,33 mV), Too et Nakamura (0,28 mV), Jünge (0,3 mV) et Gerghariu (0,11 à 0,45 mV pour des veaux de moins de 3 mois) ; ainsi l'amplitude de l'onde T est comprise entre celle de P et celle de R.

- Forme.

Sur les 21 électrocardiogrammes enregistrés, 17 présentent une onde T inversée par rapport à l'onde R ; sur l'électrocardiogramme humain l'onde T est toujours de même sens que l'onde R.

Enfin l'onde T a quelquefois un aspect biphasique dans certaines dérivations mais ce n'est que chez une minorité de veaux.

D) Calcul de l'axe électrique cardiaque

Nous avons dans chaque cas calculé l'axe du complexe QRS, c'est-à-dire l'angle que fait l'horizontale avec le vecteur d'activité des ventricules.

Exemple du veau n° 2 :

- en D_I amplitude de QRS - 1,3 mV
- en D_{II} amplitude de QRS - 1 mV
- en D_{III} amplitude de QRS + 0,8 mV

Pour plus de clarté, on utilise une échelle de 5 cm pour 1 mV ; on reporte les trois vecteurs sur les côtés du triangle équilatéral d'Einthoven et on projette chaque vecteur sur une ligne passant par le centre géométrique du triangle ; puis on trace la résultante obtenue par deux des vecteurs D_I et D_{II} par exemple.

Si la loi de Kirchhoff est respectée, la projection de ce vecteur d'activité ventriculaire sur D_{III} doit coïncider avec ce dernier ; or il n'en n'est rien. De plus, les valeurs obtenues pour les axes électriques sont très variables d'un veau à l'autre ; tout ceci tient au fait déjà démontré dans le chapitre sur les différents types de dérivations que chez les bovins, la loi de Kirchhoff est fondamentalement erronée et que l'hypothèse

$$\overrightarrow{D_I} + \overrightarrow{D_{II}} + \overrightarrow{D_{III}} = 0$$

ne se vérifie pas ; donc la recherche de l'axe électrique n'a aucune signification.

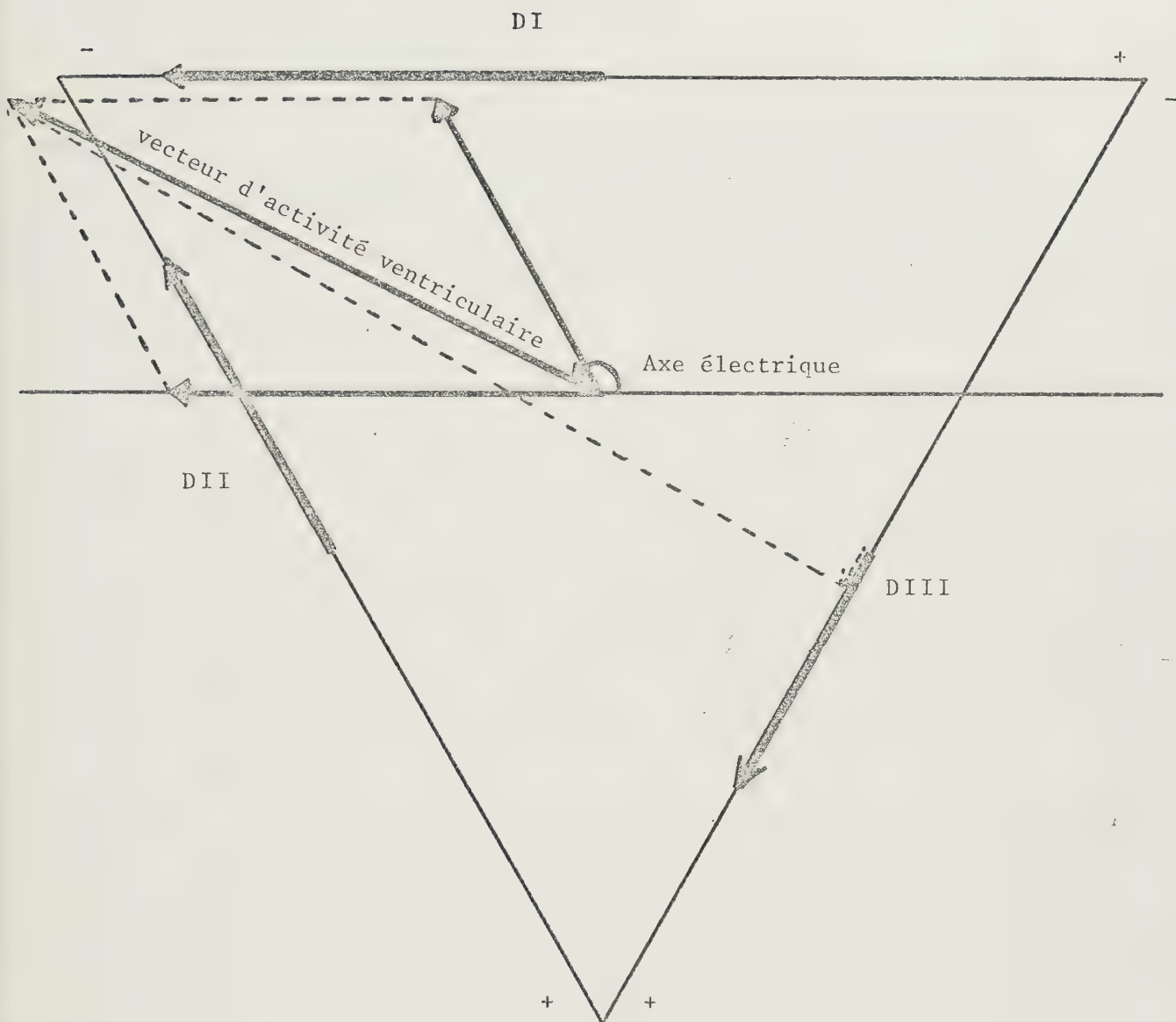


Fig.13 - Schéma représentatif du calcul de l'axe électrique pour le veau N°2.

III - CONCLUSION

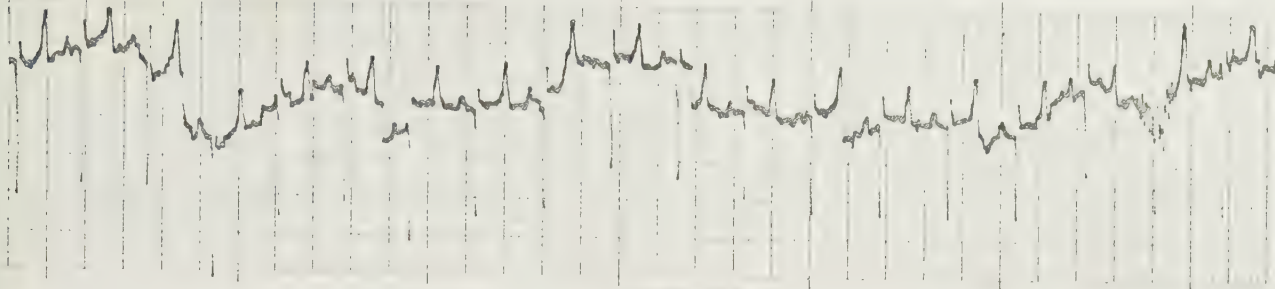
Toute cette expérimentation sur des veaux normaux avait pour but de tracer un électrocardiogramme type et d'en donner ses caractéristiques afin de pouvoir s'y référer lors d'anomalies pathologiques ayant une répercussion cardiaque.

Nous avons rencontré de nombreuses difficultés ; tout d'abord et principalement dans le choix difficile à faire d'un système de dérivations, aucun ne donnant vraiment toute satisfaction, ensuite devant un animal assez craintif qui n'était jamais dans l'état d'immobilité suffisant que requiert un enregistrement électrocardiographique. Tout ceci explique probablement en partie la grande disparité de nos résultats, disparité qui se retrouve d'ailleurs dans les autres travaux effectués sur le même sujet.

Finalement nous n'avons pu envisager que l'ébauche de l'électrocardiogramme type d'un veau normal âgé de moins de 3 semaines. Cet électrocardiogramme est représenté par la figure n° 14, réalisée à partir de la moyenne de chaque paramètre et de l'erreur standard de cette moyenne. Ces valeurs ont permis de tracer des zones limites inférieures et supérieures pour la durée et l'amplitude de chaque onde ou intervalle.

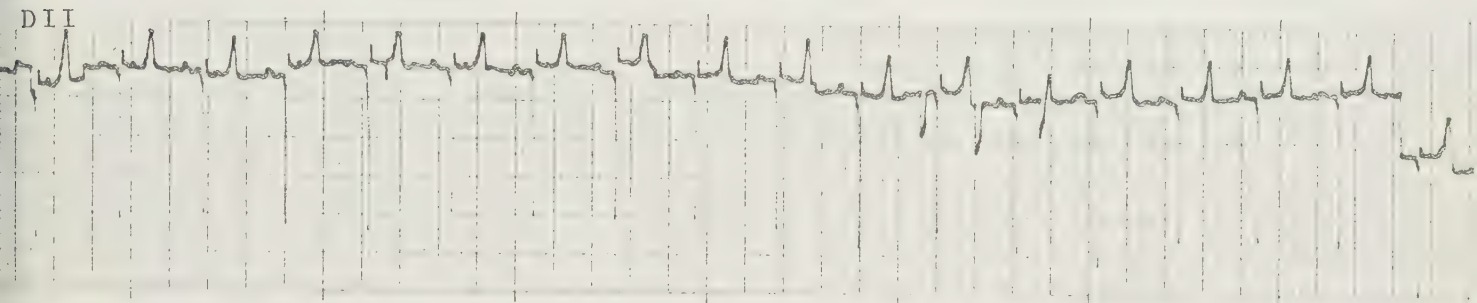
Ce diagramme n'évoque qu'une moyenne de résultats et ne peut en aucun cas être assimilé à un électrocardiogramme unique.

DI

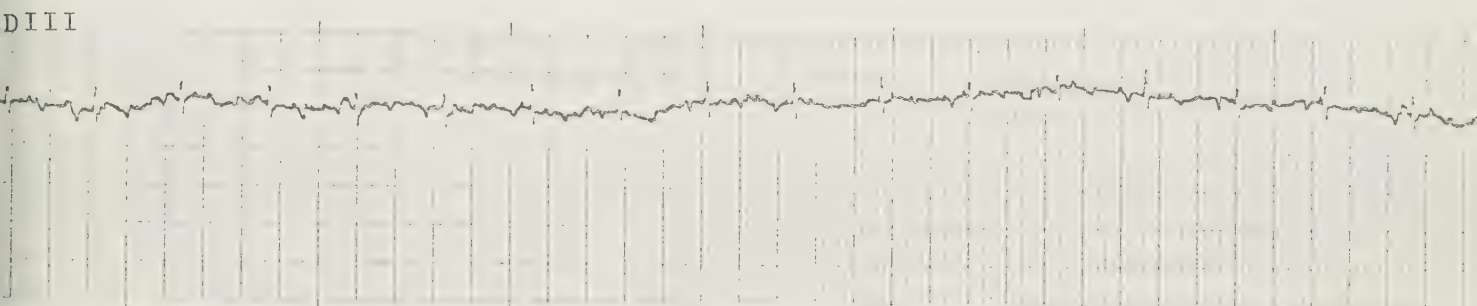


CARDIOLINE

DII

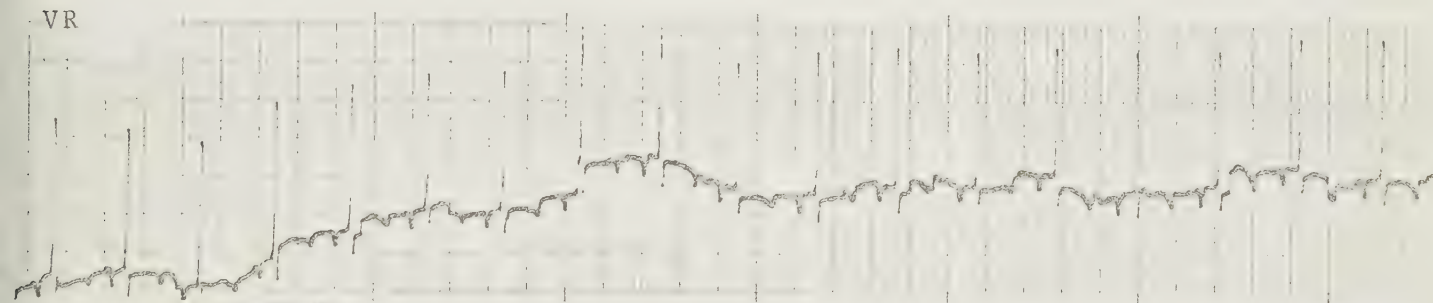


DIII



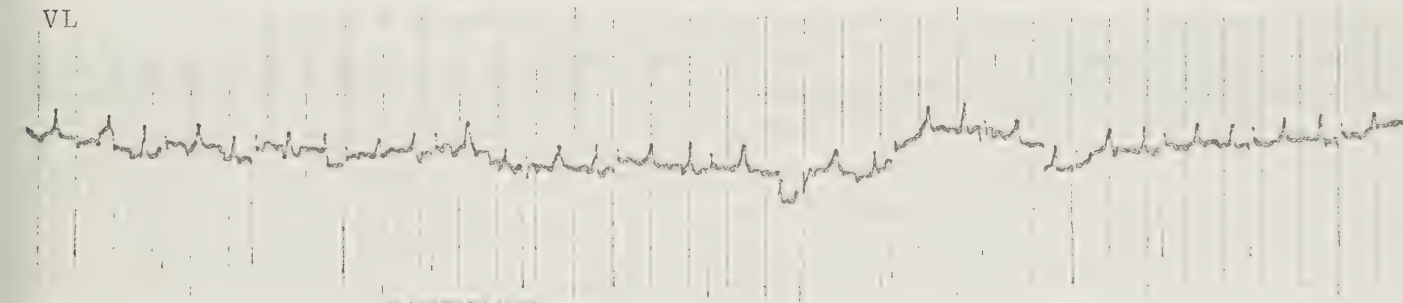
CARDIOLINE

VR



CARDIOLINE

VL



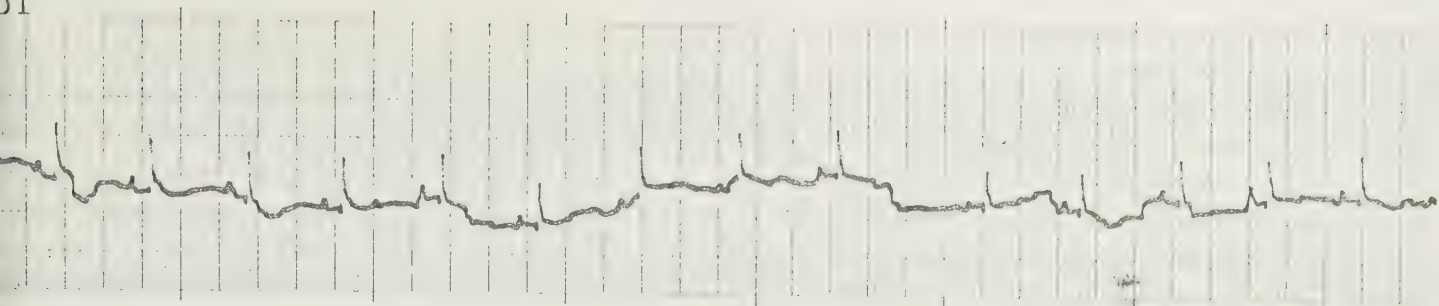
CARDIOLINE

VF



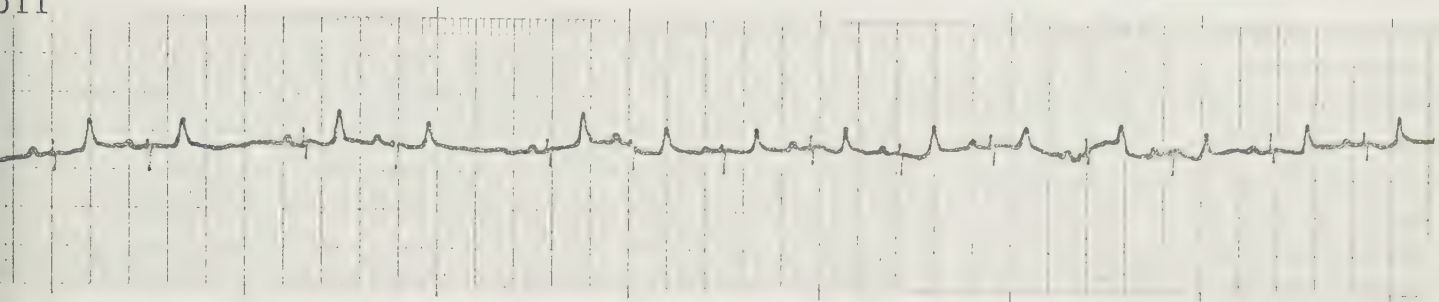
CARDIOLINE

DI

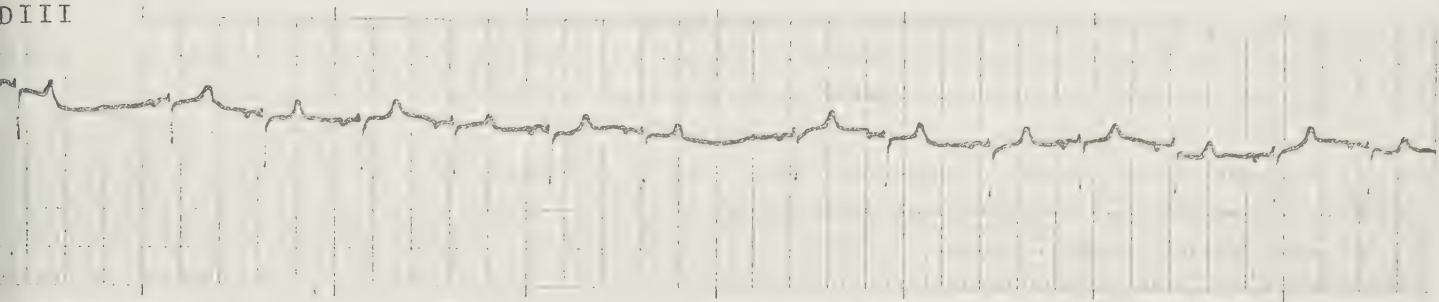


CARDIOLINE

DII

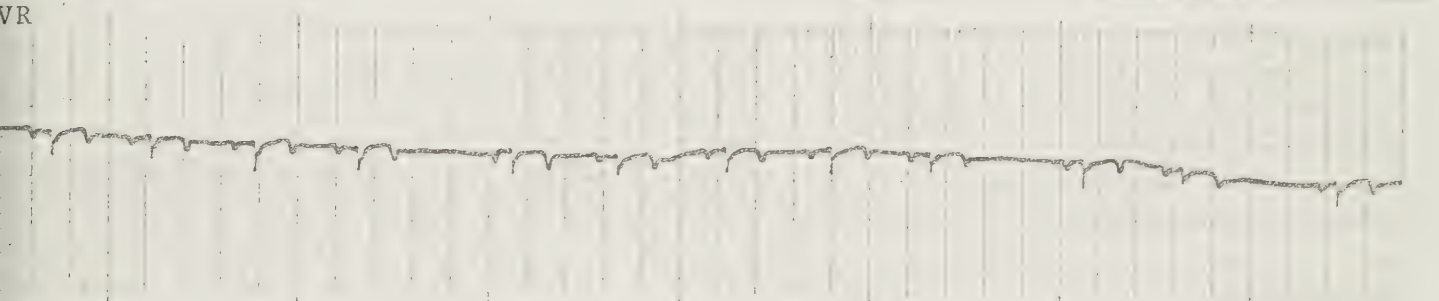


DIII



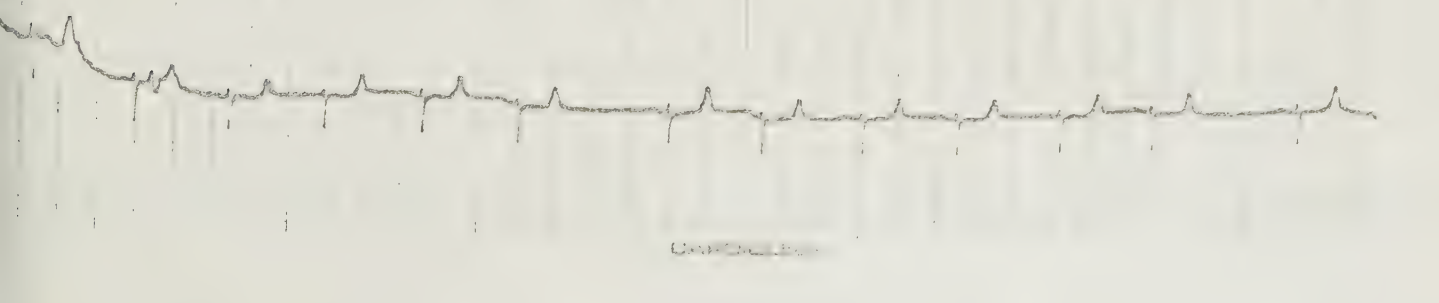
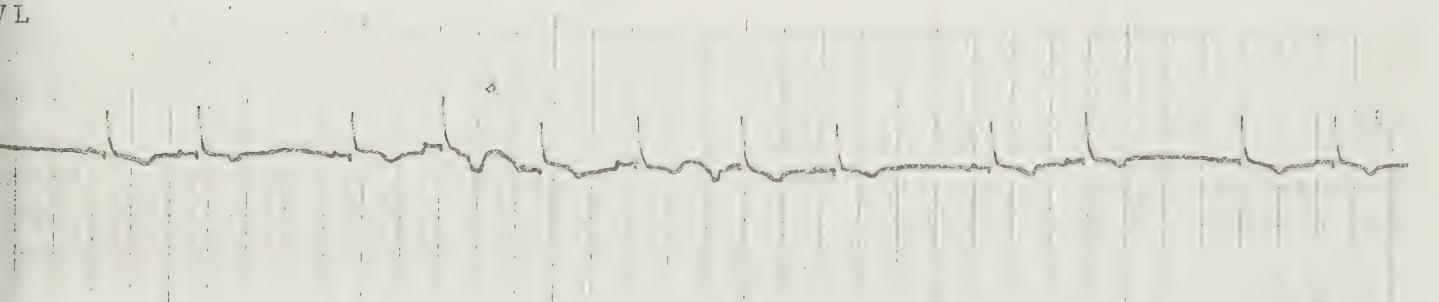
CARDIOLINE

VR



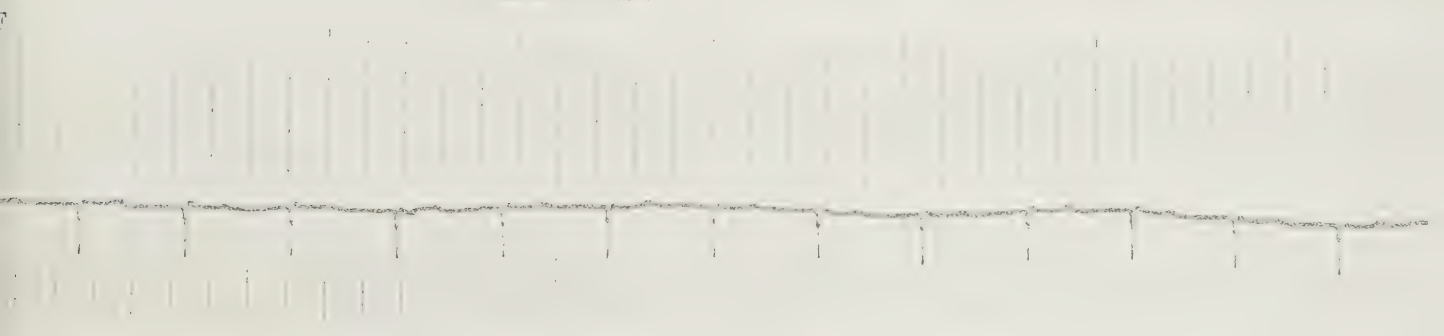
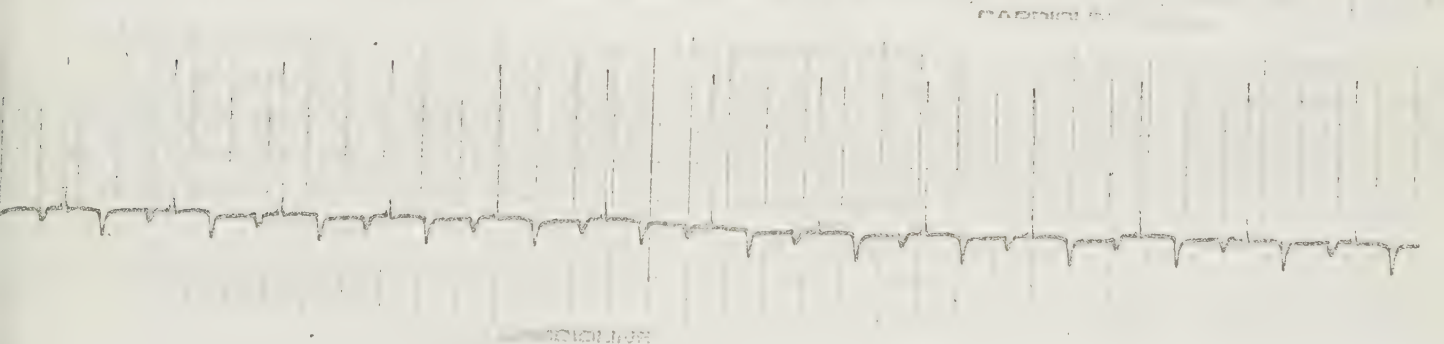
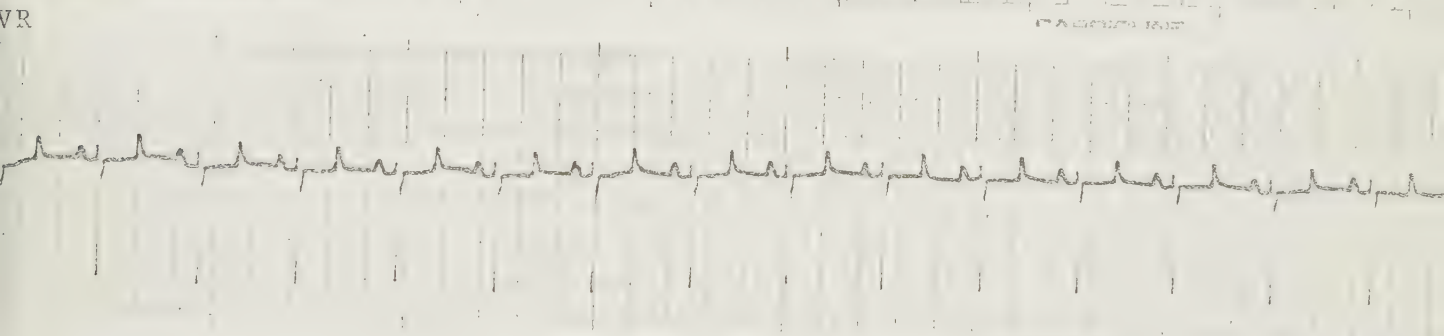
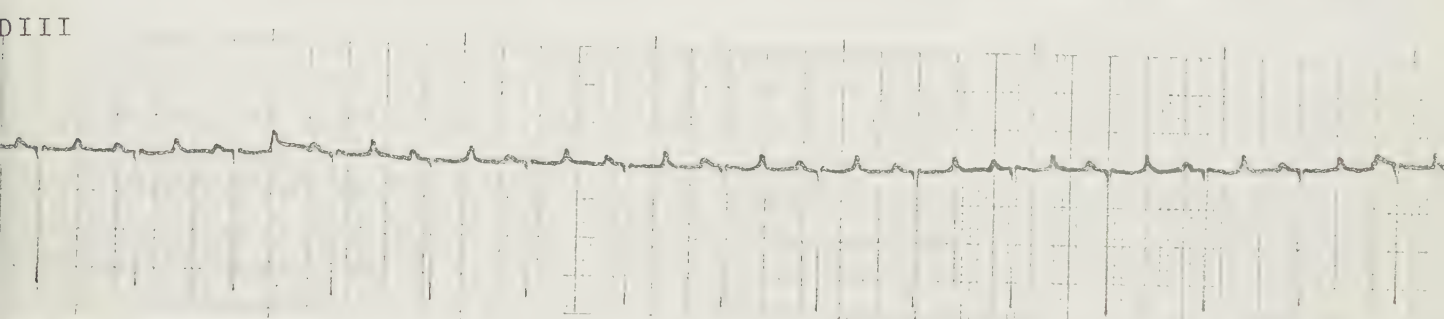
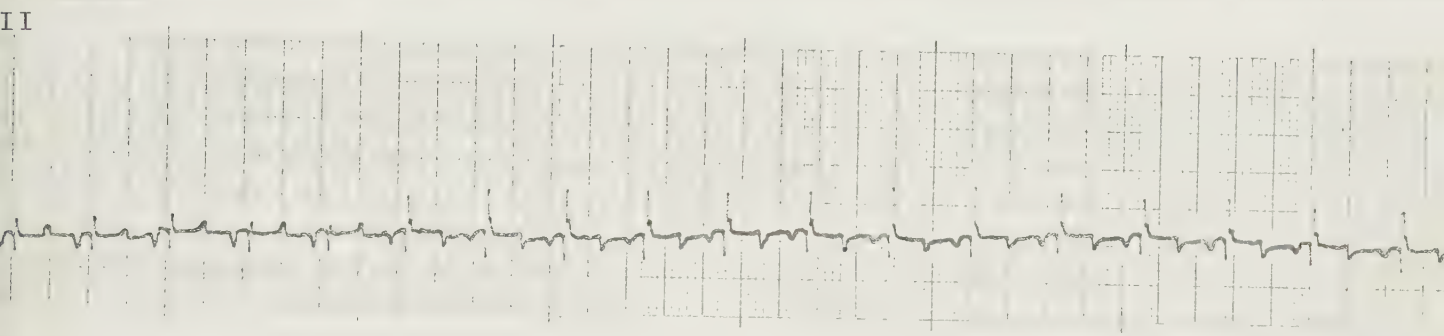
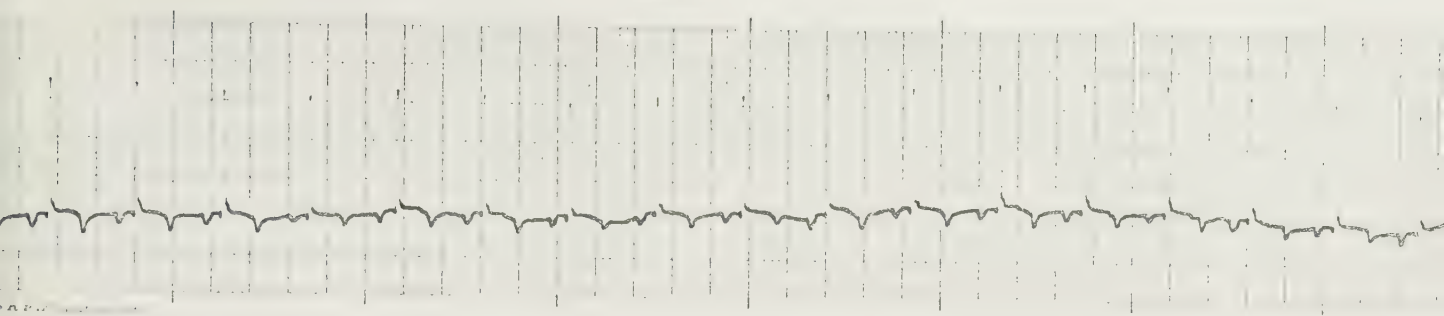
CARDIOLINE

VL

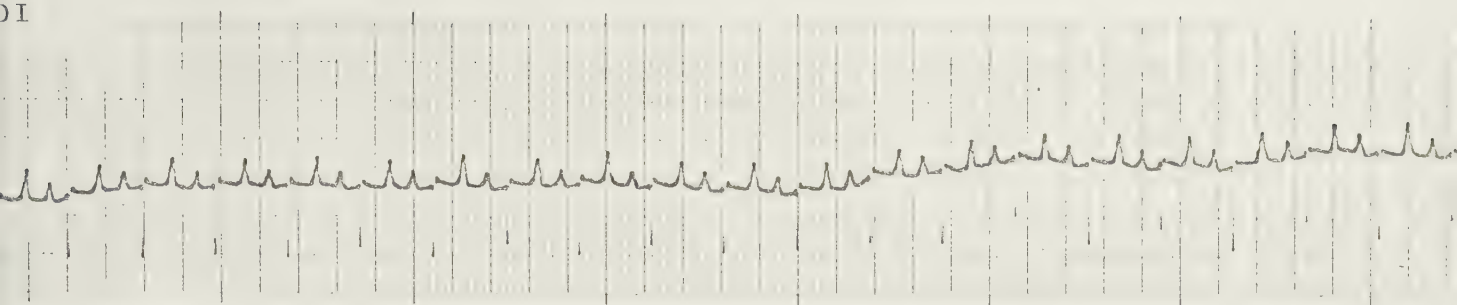


CARDIOLINE

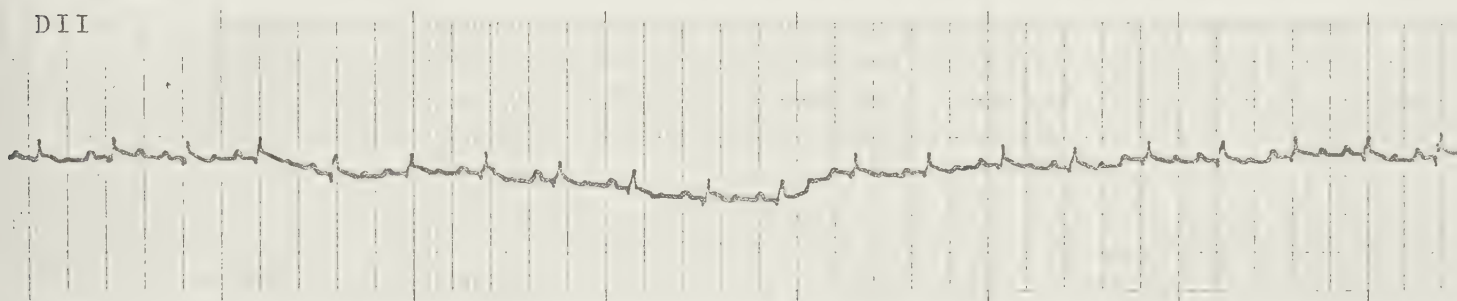
XVI



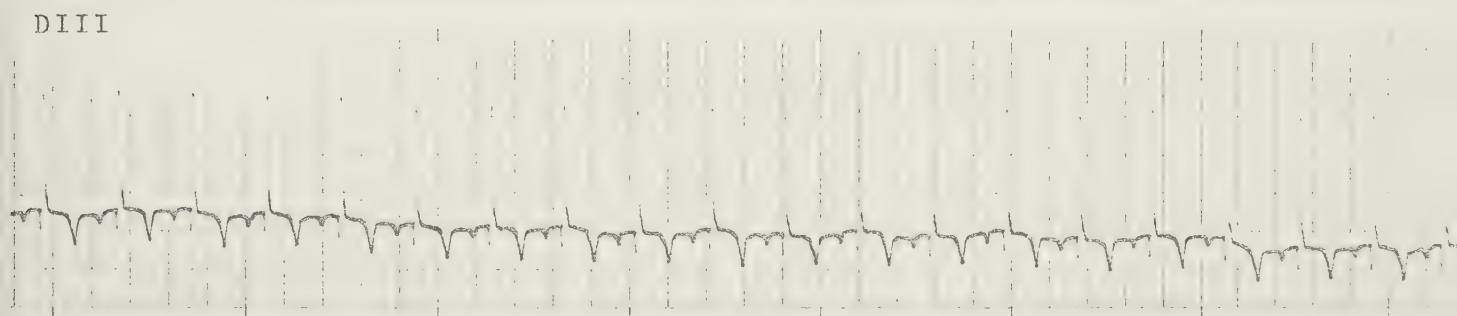
DI



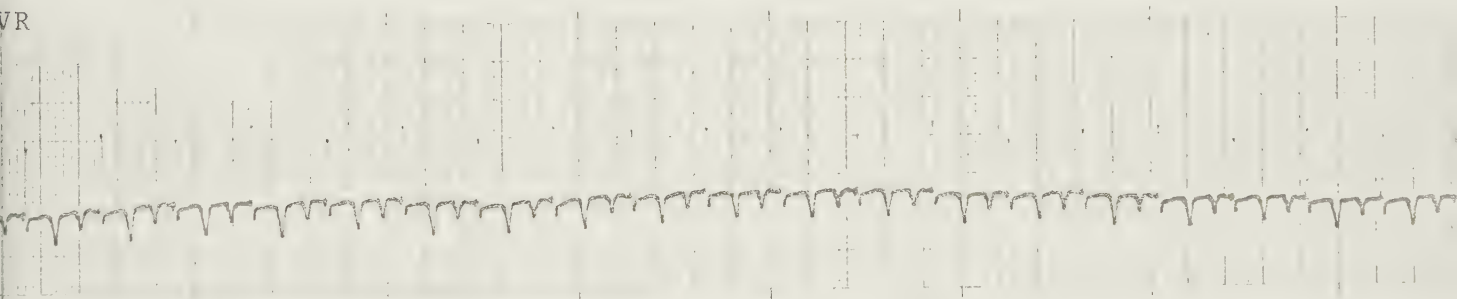
DII



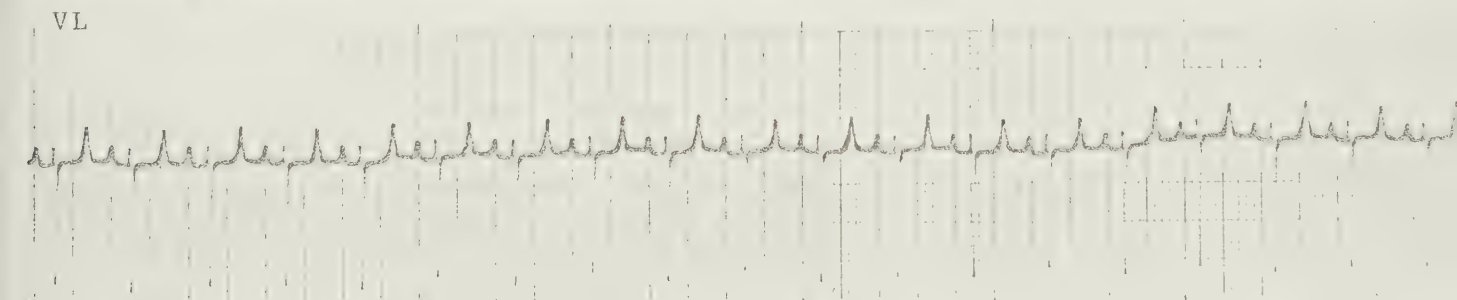
DIII



VR

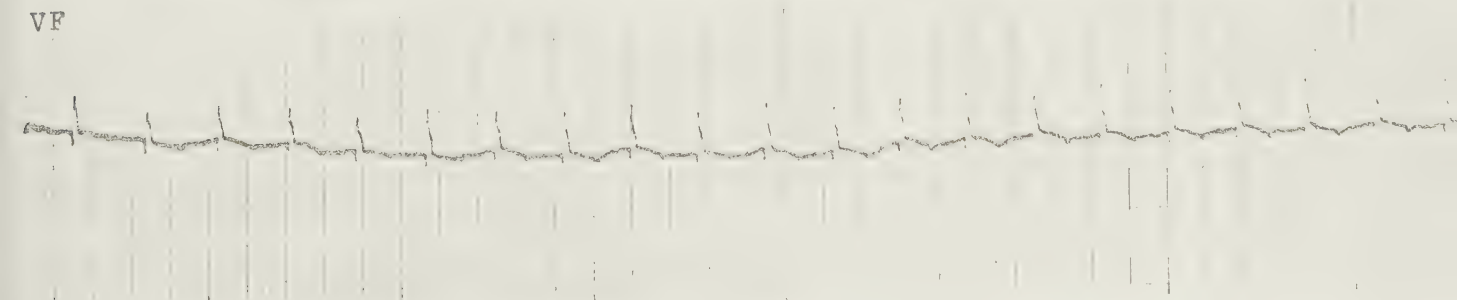


VL



CARDIOLINE

VF



QUATRIEME PARTIE

L'ÉLECTROCARDIOGRAPHIE CHEZ LE VEAU ATTEINT DE DIARRHÉE NÉONATALE

INTRODUCTION

Il n'existe que peu de travaux faisant référence à l'électrocardiographie chez le veau atteint de diarrhée. Les auteurs qui ont étudié la diarrhée néonatale du veau se sont de préférence intéressés aux désordres métaboliques survenant durant ces diarrhées et n'ont souvent donné qu'un bref aperçu des quelques altérations du rythme cardiaque qu'ils avaient observés.

Aussi notre travail a-t-il consisté à effectuer des électrocardiogrammes sur des veaux qui étaient atteints d'une symptomatologie diarrhéique en nous limitant à un examen électrocardiographique minutieux sans nous préoccuper de l'étiologie de la diarrhée.

Cependant, il nous a paru intéressant de rassembler dans un premier chapitre les résultats obtenus par différents auteurs sur les diarrhées des veaux et particulièrement leurs avis sur les désordres métaboliques relevés dans ces diarrhées et l'influence de ces désordres métaboliques sur les troubles cardiaques observés.

Dans un second chapitre nous donnerons nos résultats personnels.

I - RAPPEL HISTORIQUE SUR LES DESORDRES METABOLIQUES
ET LES TROUBLES CARDIAQUES QU'ILS ENGENDRENT PRINCIPALEMENT
DANS LES DIARRHEES DU VEAU NOUVEAU NE

L'incidence de la magnésiémie, de la calcémie et de la kaliémie sur l'électrocardiographie des bovins a été étudiée par plusieurs auteurs.

Horvath, Todd et Weiss (30) révèlent une augmentation du rythme cardiaque et des anomalies du complexe QRS et de l'onde T dans l'hypo-magnésiémie induite chez des veaux ; cette hypomagnésiémie est mise en évidence dans les diarrhées du veau mais elle n'est pas le seul trouble ionique observé : en effet la calcémie et surtout la kaliémie sont modifiées et jouent un rôle primordial semble-t-il dans les désordres cardiaques engendrés.

En 1973, Rakalska, Cakala et Borkowski (49) induisent une acidose ruminale en administrant du saccharose per os à six bovins ; ils observent une indigestion suivie de diarrhée et accompagnée de tachycardie. Les dosages ioniques révèlent une hypocalcémie, une hypochlorémie, une hyponatrémie et une hyperkaliémie ; les désordres électrocardiographiques apparus 36 heures après l'administration de sucre montrent une tachycardie importante, un intervalle Q-T raccourci et une onde T d'amplitude double ; l'influence du sodium et du chlore étant peu connue, la cause de ces anomalies est rapportée principalement à l'hypocalcémie et à l'hyperkaliémie.

Rumsey et Putman (52) eux, cherchent à reproduire une tétanie par administration per os de chlorure de potassium et d'acide citrique à cinq jeunes bovins. L'acidose et l'hyperkaliémie engendrées provoquent un

élargissement de l'onde P, du complexe QRS et de l'onde T ainsi qu'un raccourcissement des intervalles P-R et Q-T.

Tous ces auteurs ont relevé les troubles cardiaques induits par des modifications ioniques provoquées volontairement ; mais qu'en est-il chez le veau atteint de diarrhée ?

Selon Cottureau (10) "le syndrome diarrhée du veau est un dysmétabolisme hydroélectrique".

Mais bien des auteurs restent prudents sur le sens de ces désordres métaboliques qui paraissent dans certains cas se modifier au cours de l'évolution de la diarrhée. Alikutti et Rajamani (2) relèvent lors de diarrhée de veau une modification non significative de la kaliémie ; dans quelques cas une arythmie cardiaque fut cliniquement mise en évidence, liée le plus souvent selon eux à une hyperkaliémie.

Selon Dalton, Fisher et Mac Intyre (12) qui ont effectué des expériences sur 60 veaux atteints de diarrhée, dans 12 % des cas on observe une hypokaliémie et dans 4 % seulement une hyperkaliémie. De plus, Fisher en 1965 (22) a effectué des électrocardiogrammes sur des veaux atteints de diarrhée et il a observé dans 30 % des cas des altérations cardiaques tel que bradycardie et arythmies ; mais ces arythmies ne semblent pas significativement liées à l'hyperkaliémie, ainsi des veaux présentant de l'hyperkaliémie n'ont pas d'arythmie cardiaque et inversement. Cependant en 1967 Fisher et Mac Ewan (23) reprennent leurs travaux pour essayer d'expliquer ces arythmies observées chez des veaux nouveau-nés atteints de diarrhée et d'acidose. Pour cela ils dosent le potassium myocardique et s'aperçoivent que celui-ci baisse inéductablement tout au long de l'évolution de la diarrhée ; cette baisse potassique provoque une

souffrance de la cellule myocardique et des altérations dans la repolarisation cellulaire.

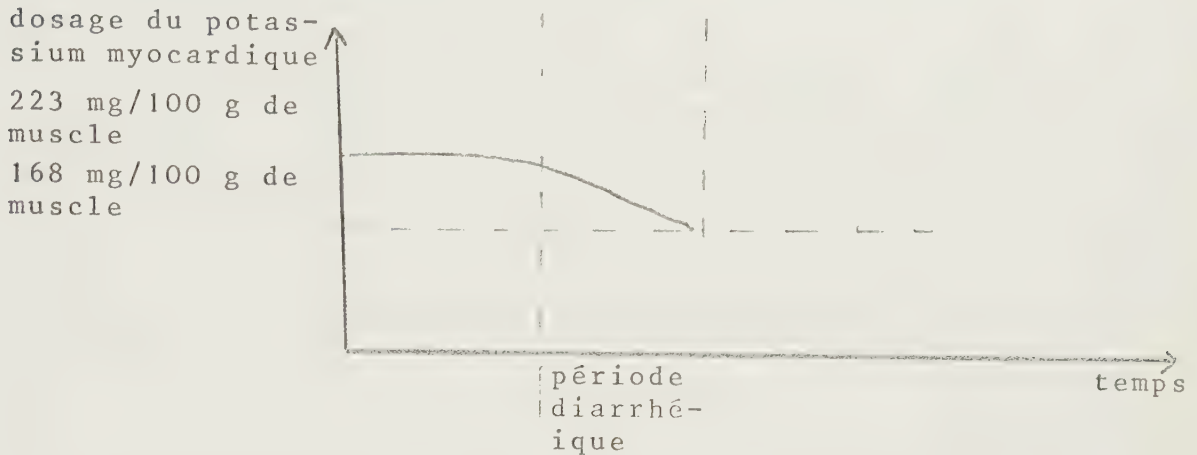


Fig. 15 : Dosage du potassium myocardique dans la diarrhée des veaux (Fisher et Mac Ewan) (23)

Si la diminution du potassium cellulaire est reconnue par tous les auteurs, ceux-ci ne sont pas toujours d'accord sur son accumulation dans le plasma. Selon Cottureau (10) ce serait essentiellement le dysfonctionnement rénal qui provoquerait l'accumulation dans le plasma du potassium cellulaire ; cependant il reconnaît que l'excrétion fécale du potassium est considérablement augmentée lors de diarrhée, selon lui elle est multipliée par trois. Pour Fayet (21) (1968) elle est de trois à six fois plus importante et pour Blaxter et Wood (1953) (5) elle est multipliée par onze.

Aussi la kaliémie n'aurait qu'une légère tendance à l'augmentation et nombre de veaux diarrhéiques auraient une kaliémie normale voire même abaissée en fin d'épisode diarrhéique. Ainsi Debeauvais (14) a relevé sur quatre veaux hospitalisés à l'école nationale vétérinaire de Lyon dans un état alarmant de diarrhée une hypokaliémie prononcée de 3,2 mEq/l environ alors que la kaliémie normale est de 5,2 mEq/l ; cependant il

effectua par la suite d'autres mesures de kaliémie sur des veaux en début de diarrhée et nota chaque fois une hyperkaliémie. En conclusion il est intéressant de noter que tous les auteurs semblent d'accord sur le fait que la kaliémie plasmatique du veau à diarrhée varie d'abord vers l'hyperkaliémie tant que la fuite cellulaire en potassium supplante l'excrétion fécale, mais que le flux diarrhéique augmentant le potassium est éliminé de l'organisme de façon accrue et la kaliémie plasmatique s'abaisse alors jusqu'à descendre en dessous des valeurs normales.

De toute façon il est indiscuté que la kaliémie cellulaire est fortement diminuée et par ce fait la cellule myocardique est en état de souffrance et c'est essentiellement cette souffrance qui provoque les désordres cardiaques observés.

II - RESULTATS PERSONNELS SUR LES ENREGISTREMENTS ELECTROCARDIOGRAPHIQUES DU VEAU ATTEINT DE DIARRHÉE

Nous avons sélectionné pour la seconde partie de notre expérimentation dans la même clientèle de la Mayenne 30 veaux atteints de diarrhée à des stades différents. Leurs âges varient entre 2 jours et 15 jours.

Pour chaque veau nous avons fait un examen symptomatologique dont les résultats sont contenus dans le tableau n° 8. Ainsi on peut noter que sur les 30 veaux observés :

- 20 présentaient une diarrhée simple sans autre symptôme apparent.
- 9 présentaient de la diarrhée accompagnée d'un état d'abattement assez important avec quelquefois une déshydratation marquée.
- Un seul était dans un état de diarrhée très grave avec de l'hypothermie et une déshydratation très prononcée.

Sur trois veaux nous avons effectué un second enregistrement électrocardiographique quelques jours plus tard après guérison complète.

Le processus d'enregistrement et d'examen des résultats a été identique à celui que nous avons mis au point pour le lot de veaux normaux.

A) Etude du rythme cardiaque

La valeur moyenne obtenue est de :

108 $\pm$ 3 battements par minute

Ce qui représente un rythme cardiaque nettement inférieur à celui enregistré chez un veau normal,

(			: Rythme	)
(			: cardiaque	)
(	Tableau n° 8		: enregistré	)
(			: en aV _F	)
(	Veau n° 1 : veau O FFPN x Charolais 10 j atteint de:			)
(	diarrhée jaune depuis une semaine, appétit conservé:	110		)
(	vigoureux, pas de déshydratation.	:		)
(		:		)
(	Veau n° 2 : veau O Maine Anjou x Charolais de 8 j			)
(	atteint de diarrhée grave, sans force, allongé à	80		)
(	terre, très déshydraté ; T _{re} = 37°	:		)
(		:		)
(	Veau n° 3 : veau O Maine Anjou x Charolais de 15 j			)
(	atteint de légère diarrhée + essoufflement, appétit:	90	arythmie	)
(	conservé, pas de déshydratation	:		)
(		:		)
(	Veau n° 4 : veau O FFPN de 8 j atteint de diarrhée			)
(		110		)
(		:		)
(	Veau n° 5 : veau O Maine Anjou de 4 j de forme culard:			)
(	atteint de diarrhée verdâtre + souffle pulmonaire	120		)
(	important.	:		)
(		:		)
(	Veau n° 6 : veau O Maine Anjou de 4 j atteint de légèr-			)
(	re diarrhée sans déshydratation et sans abattement:	105		)
(		:		)
(	Veau n° 7 : veau O Maine Anjou de 5 jours			)
(	atteint de légère diarrhée sans déshydratation et	105		)
(	sans abattement.	:	arythmie	)
(		:		)
(	veau n° 8 : veau O Maine Anjou x Charolais de 15 j			)
(	atteint de diarrhée avec des signes de faiblesse	105	arythmie	)
(		:		)
(	veau n° 9 : veau O Normand de 9 j atteint d'un peu de:			)
(	diarrhée, pas d'appétit, vigoureux.	140		)
(		:		)
(	veau n° 10 : veau O Maine Anjou x Charolais de 7 j			)
(	atteint de diarrhée, peu d'appétit, abattement,	100		)
(	mais pas de déshydratation.	:		)
(		:		)
(	veau n° 11a: veau O Maine Anjou de 8 jours atteint			)
(	d'une légère diarrhée jaune putride, faiblesse, pas:	110		)
(	d'appétit.	:		)
(		:		)
(	veau n° 11b: même veau 10 jours après guéri			)
(		125		)
(		:		)
(	veau n° 12 : veau O Maine Anjou x Charolais de 8 jours:			)
(	atteint de diarrhée jaune, faiblesse, pas d'appétit:	140		)
(	pas de déshydratation.	:		)
(		:		)
(	veau n° 13 : veau O Maine Anjou de 8 jours atteint			)
(	d'un peu de diarrhée.	80		)
(		:		)
(	veau n° 14 : veau O Maine Anjou de 8 jours atteint de			)
(	diarrhée jaune, pas de déshydratation.	108	arythmie	)
(		:		)

(	:	)
(Veau n°15 : veau ♀ Maine Anjou de 8 jours atteint de	:	)
(diarrhée jaune, pas de déshydratation	: 74	)
(	:	)
(Veau n°16 : veau ♂ Maine Anjou de 8 j atteint d'un peu:	:	)
(de diarrhée	: 90	)
(	:	)
(Veau n°17 : veau ♂ FFPN de 10 j atteint de diarrhée	: 120	)
(	:	)
(Veau n°18 : veau ♂ Normand x Charolais de 2 j atteint:	:	)
(de diarrhée avec abattement mais pas de déshydratation	: 130	)
(	:	)
(Veau n°19a: veau ♂ Normand de 8 j, peu d'appétit, souf-	: 88	)
(fle après la têtée, apathique, faible, un peu de	: arythmie	)
(diarrhée.	:	)
(	:	)
(Veau n°19b: même veau 2 j après guéri.	: 140	)
(	:	)
(Veau n°20 : veau ♀ Charolais de 15 j atteint de	: 105	)
(diarrhée, pas de déshydratation.	:	)
(	:	)
(Veau n°21 : veau ♀ FFPN de 8 j atteint de diarrhée, pas	: 110	)
(de déshydratation.	:	)
(	:	)
(Veau n°22a: veau ♀ Maine Anjou x Normand de 8 j atteint	:	)
(de diarrhée un peu hémorragique, appétit conservé.	: 90	)
(	:	)
(Veau n°22b: même veau 10 j après guérison.	: 110	)
(	:	)
(Veau n°23 : veau ♂ Normand de 8j atteint de diarrhée	:	)
(jaune abattu, sans force mais pas de déshydratation,	: 130	)
(t = 38° C	:	)
(	:	)
(Veau n°24 : veau ♀ Normand de 8j atteint de diarrhée	: 100	)
(pas d'abattement t = 38°	: arythmie	)
(	:	)
(Veau n°25 : veau ♀ FFPN de 6j, un peu de diarrhée	: 110	)
(	:	)
(Veau n°26 : veau ♀ Maine Anjou de 15j, atteint de	:	)
(diarrhée jaune, bon état général.	: 150	)
(	:	)
(Veau n°27 : veau ♂ Maine Anjou de 6 j, atteint de	: 115	)
(diarrhée jaune, un peu abattu.	:	)
(	:	)
(Veau n°28 : veau ♂ Maine Anjou de 8 j, atteint d'un	: 110	)
(peu de diarrhée.	:	)
(	:	)
(Veau n° 29: veau ♀ Maine Anjou de 10 j, un peu de	: 140	)
(diarrhée.	:	)
(	:	)
(Veau n°30 : veau ♂ FFPN de 15 j, atteint d'un peu de	: 87	)
(diarrhée, pas d'appétit, déshydraté, un peu abattu.	: arythmie	)
(	:	)

puisque nous avons comme rythme de référence :

138 $\pm$ 4 battements par minute.

Cette bradycardie du veau atteint de diarrhée a déjà été décrite par Fisher et Mac Ewan en 1967.

Chez 9 veaux sur 30 nous avons un rythme égal ou inférieur à 100 battements par minute et sur ces 9 veaux, 5 présentaient une diarrhée assez grave ou grave (voir tableau n° 8).

De plus 7 veaux présentent de l'arythmie et particulièrement le veau n° 19 qui montre un rythme moyen de 88 avec des oscillations très irrégulières entre des rythmes extrêmes de 65 et 150 battements par minutes. Deux jours après traitement nous avons effectué un second enregistrement électrocardiographique alors que le veau ne présentait plus de diarrhée et cet électrocardiogramme montre un rythme normal et constant de 140 battements par minute (voir ECG n°5 et n° 6).

B) Etude de la durée des différents accidents et des intervalles entre ces accidents

1 - Durée de l'onde P

Nous avons obtenu les moyennes suivantes :

- en D_I 0,036 $\pm$ 0,002 s,
- en D_{II} 0,036 $\pm$ 0,002 s,
- en D_{III} 0,026 $\pm$ 0,002 s,
- en aV_R 0,034 $\pm$ 0,002 s,
- en aV_L 0,030 $\pm$ 0,002 s,
- pas d'onde P en aV_F.

Ces résultats sont similaires à ceux enregistrés chez le veau normal.

2 - Durée du complexe QRS

Nous avons obtenu les moyennes suivantes :

- en D_I $0,018 \pm 0,002$ s,
- en D_{II} $0,020 \pm 0,002$ s,
- en D_{III} $0,020 \pm 0,002$ s,
- en aV_R $0,019 \pm 0,002$ s,
- en aV_L $0,018 \pm 0,001$ s,
- en aV_F $0,017 \pm 0,002$ s.

Ces résultats sont similaires à ceux enregistrés chez le veau normal.

3 - Durée de l'onde T

Nous avons obtenu les moyennes suivantes :

- en D_I $0,058 \pm 0,004$ s,
- en D_{II} $0,063 \pm 0,004$ s,
- en D_{III} $0,060 \pm 0,004$ s,
- en aV_R $0,057 \pm 0,004$ s,
- en aV_L $0,053 \pm 0,003$ s,
- en aV_F $0,065 \pm 0,004$ s.

Soit une durée moyenne pour les six dérivations de 0,06 s environ.

Nous observons donc un allongement de l'onde T puisque sa durée chez le veau normal est voisine de 0,05 s.

4 - Durée des intervalles P-Q et S-T

Les moyennes enregistrées sont :

- Pour P-Q $0,057 \pm 0,003$ s,
- Pour S-T $0,115 \pm 0,005$ s.

Chez le veau normal nous avons les résultats suivants :

- $0,066 \pm 0,004$ s pour P-Q
- $0,104 \pm 0,005$ s pour S-T

Ce qui représente pour le veau à diarrhée un raccourcissement du segment P-Q et un allongement du segment S-T.

C) Etude de l'amplitude et de la forme des accidents

1 - Amplitude et forme de l'onde P

Nous avons obtenu comme valeur moyenne pour les trois dérivations D_I , D_{II} et D_{III} :

0,16 mV

soit une amplitude plus grande que chez le veau normal. Cependant chez cinq veaux nous avons relevé l'absence d'onde P dans les six dérivations.

2 - Amplitude et forme du complexe QRS

Nous avons obtenu une valeur moyenne pour les trois dérivations D_I , D_{II} et D_{III} :

0,72 mV environ

ce qui est très voisin des résultats enregistrés pour le veau normal.

Un électrocardiogramme retient particulièrement notre attention, il concerne le veau n° 19 qui outre de la bradycardie, de l'arythmie et une absence totale d'onde P, présente des complexes QRS supplémentaires et de forme plus ample ; c'est-à-dire des extrasystoles ventriculaires (voir ECG n° 5).

Après guérison du veau toutes ces anomalies ont totalement disparu de l'électrocardiogramme.

3 - Amplitude et forme de l'onde T

Nous avons obtenu une valeur moyenne pour les trois dérivations D_I , D_{II} et D_{III} proche de :

0,4 mV

Ce qui représente une augmentation d'amplitude de 0,1 mV par rapport à l'onde T chez le veau normal.

Cette augmentation d'amplitude de l'onde T est particulièrement marquée chez le veau n°2 qui était atteint d'une diarrhée très grave (voir ECG n°8 - n°9 et n°10).

Tableau n° 9 : Amplitude de l'onde T en mV dans les dérivations D_I - D_{II} et D_{III} chez des veaux atteints de diarrhée.

	D_I	D_{II}	D_{III}
Veau n° 1	+ 0,1	+ 0,35	+ 0,40
" n° 2	+ 0,5	+ 1,00	+ 1,00
" n° 3	+ 0,6	+ 0,80	-
" n° 4	+ 0,2	+ 0,45	-
" n° 5	+ 0,2	+ 0,20	- 0,10
" n° 6	+ 0,2	+ 0,30	+ 0,20
" n° 7	- 0,6	- 0,40	+ 0,40
" n° 8	+ 0,2	+ 0,20	+ 0,10
" n° 9	+ 0,8	+ 0,20	- 0,30
" n° 10	- 0,1	- 0,20	- 0,10
" n° 11	+ 0,5	+ 0,60	+ 0,30
" n° 12	+ 1,0	+ 0,90	- 0,20
" n° 13	+ 0,5	+ 0,55	+ 0,20
" n° 14	+ 0,6	+ 0,60	- 0,20
" n° 15	- 0,15	- 0,10	- 0,15
" n° 16	- 0,20	+ 0,40	+ 0,35
" n° 17	+ 0,20	+ 0,10	-
" n° 18	+ 0,80	+ 1,00	+ 0,40
" n° 19	+ 0,20	-	- 0,20
" n° 20	+ 0,35	+ 0,40	-
" n° 21	+ 0,50	-	- 0,60
" n° 22	+ 0,50	+ 0,50	+ 0,15
" n° 23	- 0,10	+ 0,60	+ 0,70
" n° 24	-	+ 0,20	+ 0,40
" n° 25	-	+ 0,25	- 0,10
" n° 26	+ 0,25	+ 0,40	+ 0,25
" n° 27	- 0,70	- 0,50	+ 0,15
" n° 28	+ 0,20	+ 0,30	- 0,15
" n° 29	+ 0,20	+ 0,35	+ 0,50
" n° 30	- 0,50	+ 0,70	+ 0,60

DISCUSSION

Cette étude de l'électrocardiographie pathologique du veau atteint de diarrhée met en évidence quelques altérations dont les plus remarquables sont les bradycardie et l'arythmie ; secondairement on peut noter des modifications dans les ondes électrocardiographiques telles que :

- augmentation d'amplitude des ondes P et T,
- allongement de l'onde T et du segment S-T,
- raccourcissement du segment P-Q.

Enfin quelques veaux présentent des troubles cardiaques supplémentaires qui s'inscrivent sur l'électrocardiogramme par l'absence d'onde P ou la présence d'extra-systoles ventriculaires.

Toutes ces anomalies ont très probablement une signification précise et sont le reflet de lésions myocardiques plus ou moins graves. La cellule myocardique étant le moteur cardiaque, toute altération cellulaire entraîne des retards ou des gênes dans la contraction cardiaque; et ce sont ces déficiences qui s'inscrivent sur l'électrocardiogramme par des altérations morphologiques de telle onde ou de tel segment.

N'ayant effectué aucun dosage sanguin sur ces veaux, il nous est impossible de dire si ils présentaient des troubles de la kaliémie, de la calcémie ou de tout autre électrolyte sanguin. Aussi nous ne pouvons pas rattacher les troubles électrocardiographiques que nous avons enregistrés à l'une ou l'autre des quelconques modifications métaboliques qui aurait pu survenir chez les veaux à diarrhée que nous avons observés.

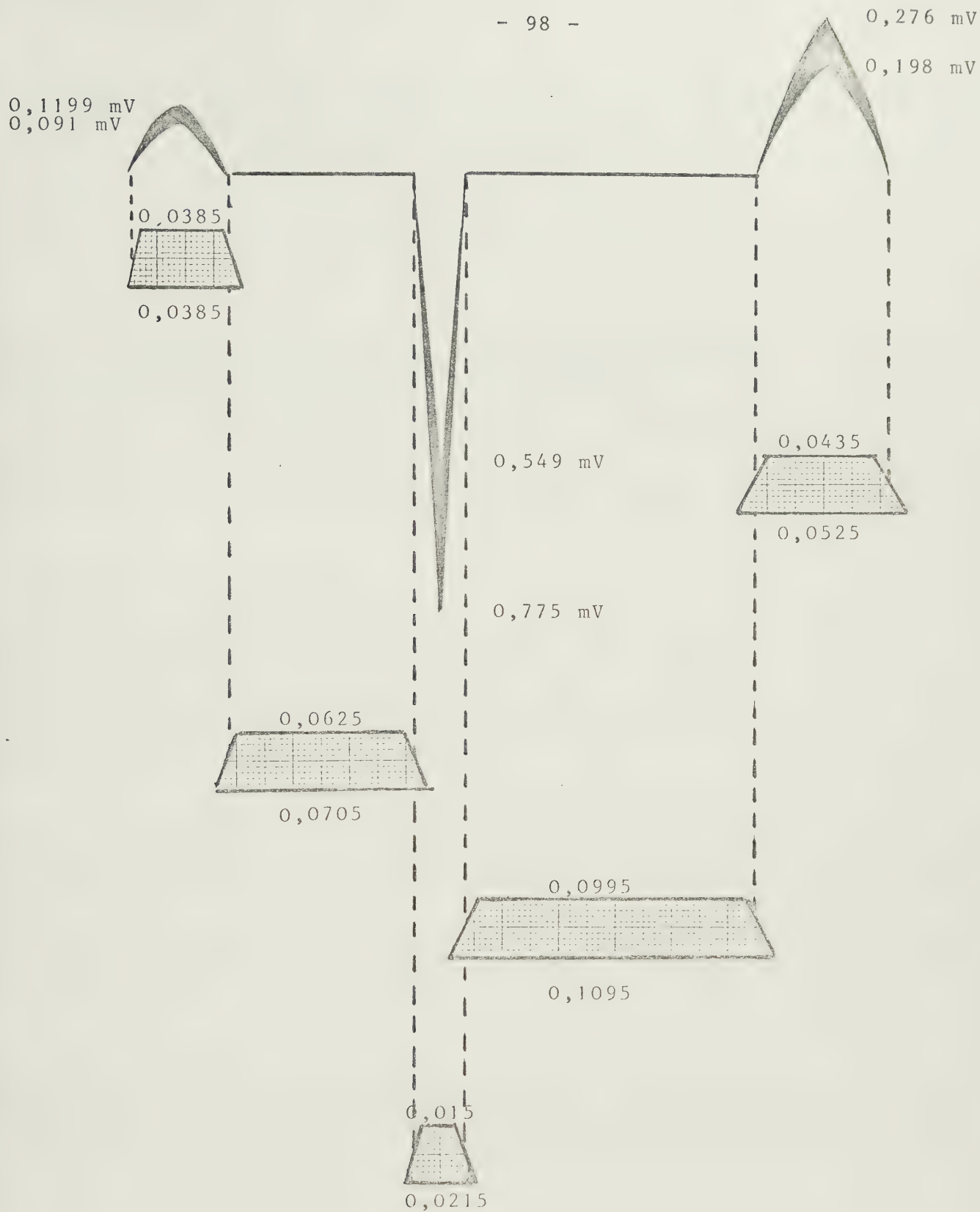
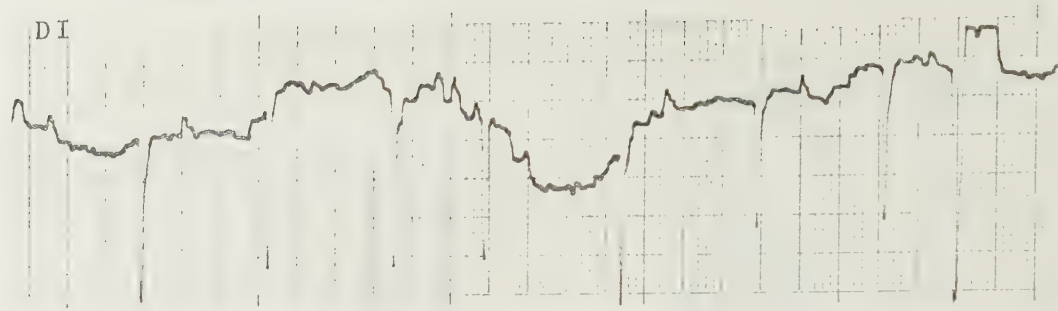
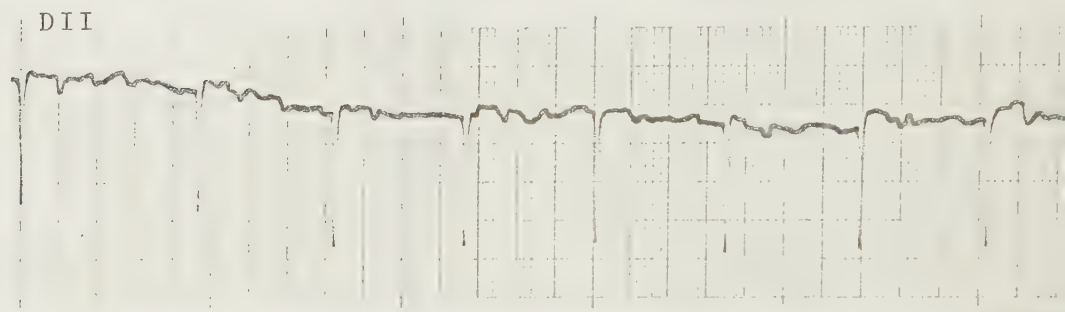


Fig. 14 : Schéma représentatif de l'ECG moyen d'un veau normal en D_{II} .

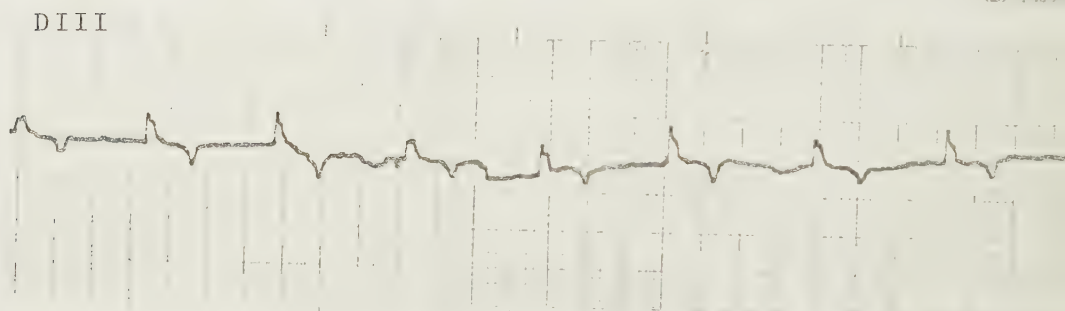
DI



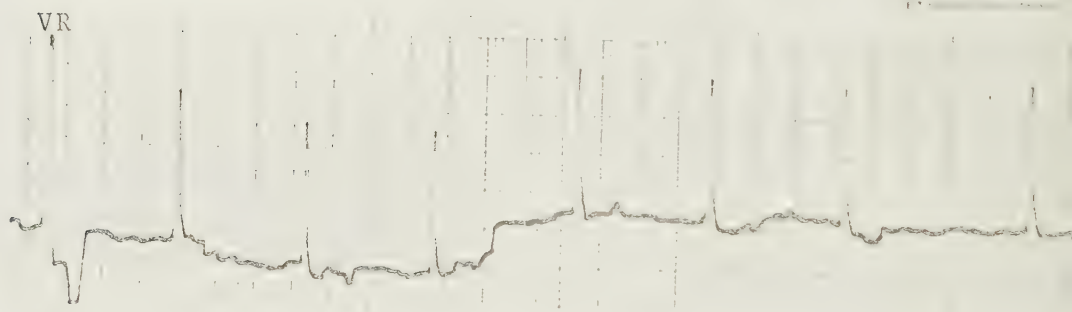
DII



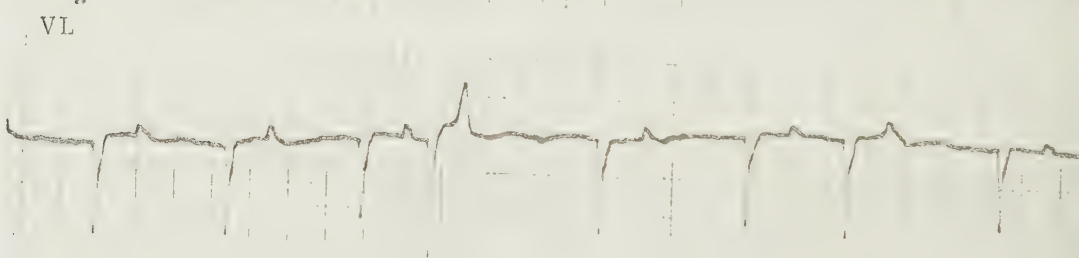
DIII



VR



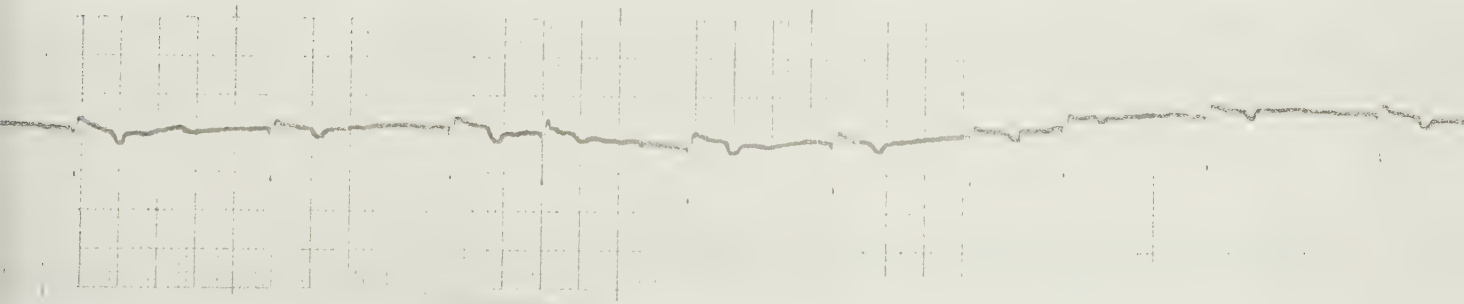
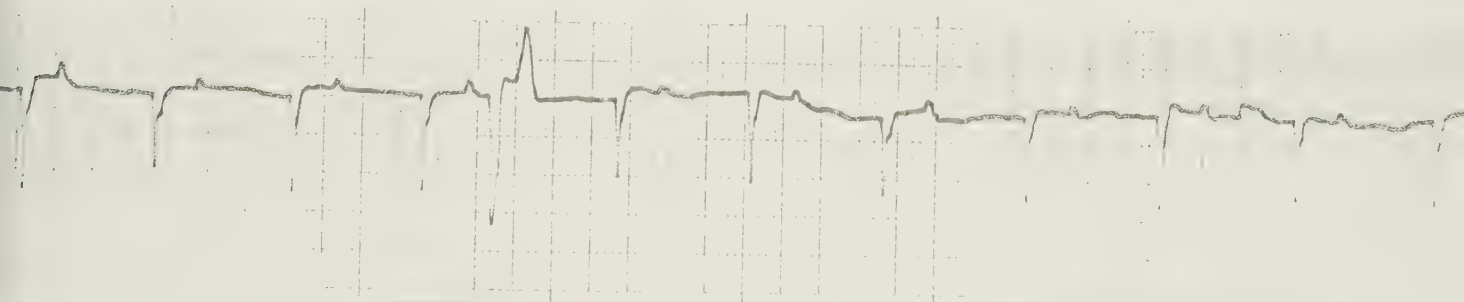
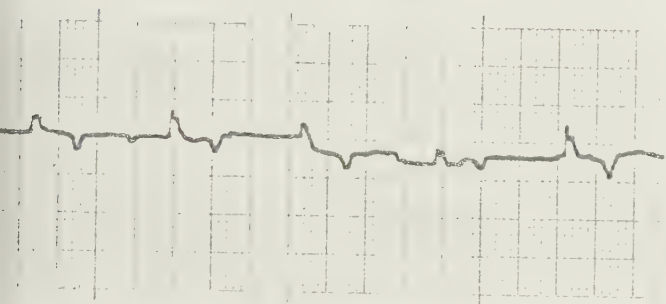
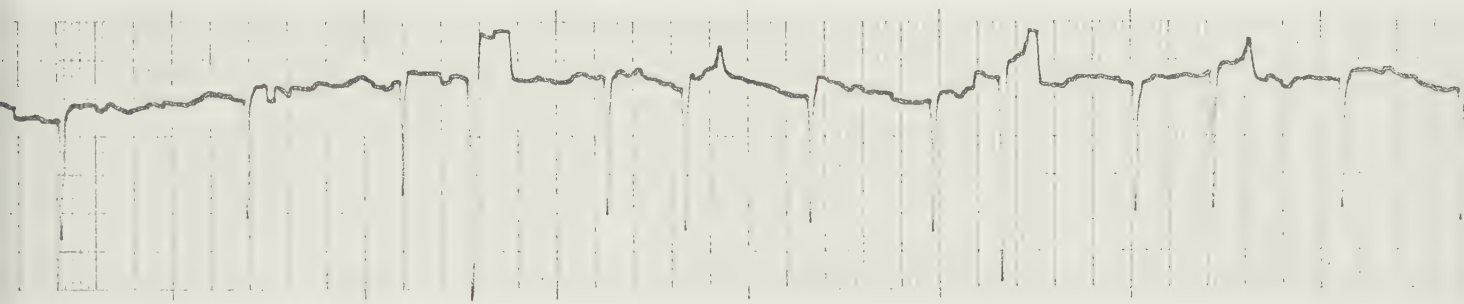
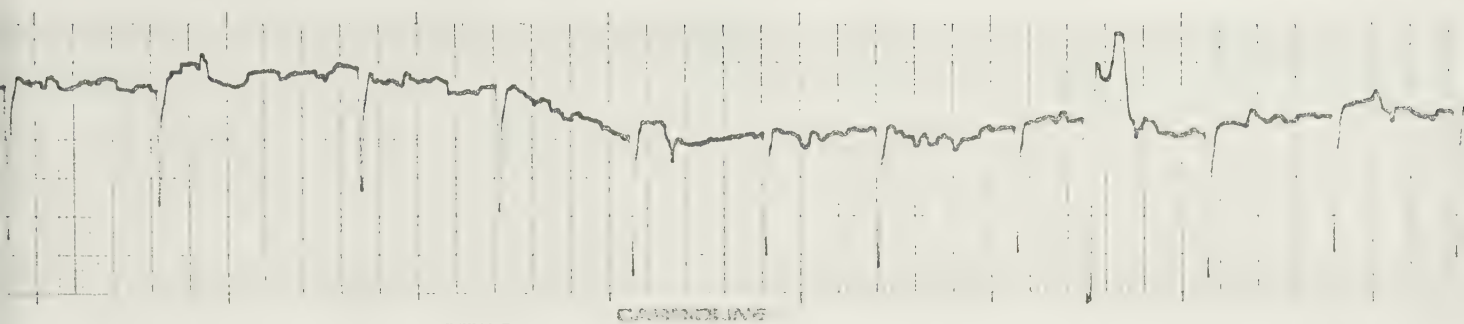
VL

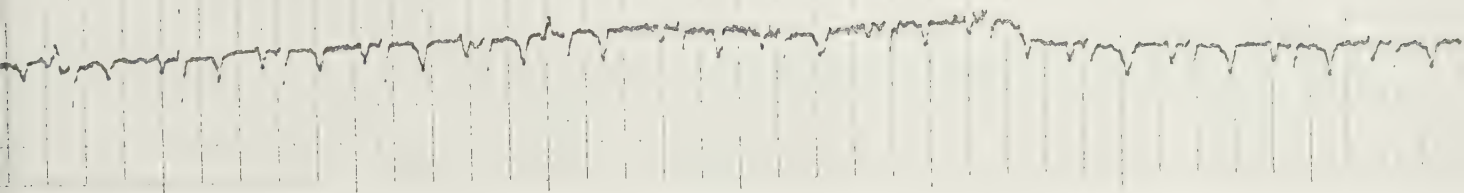


VF

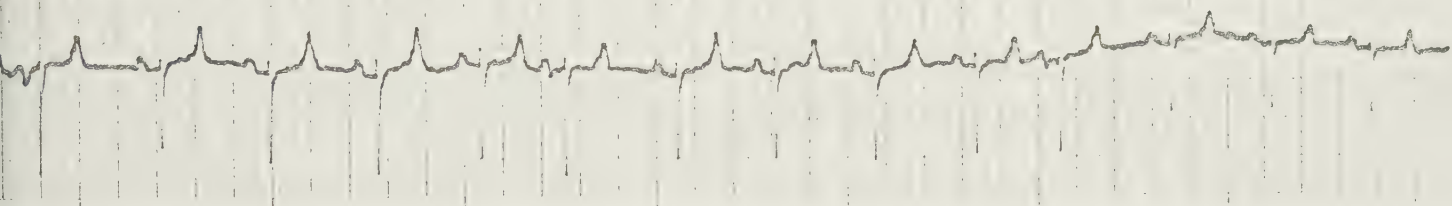


thmie + bradycardie + extra systole





F



ECG N° 6 - Veau n° 7. Arythmie

DII

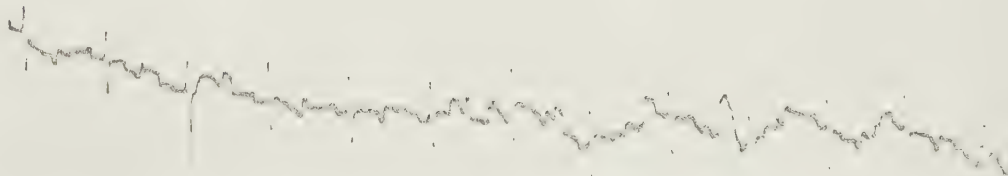


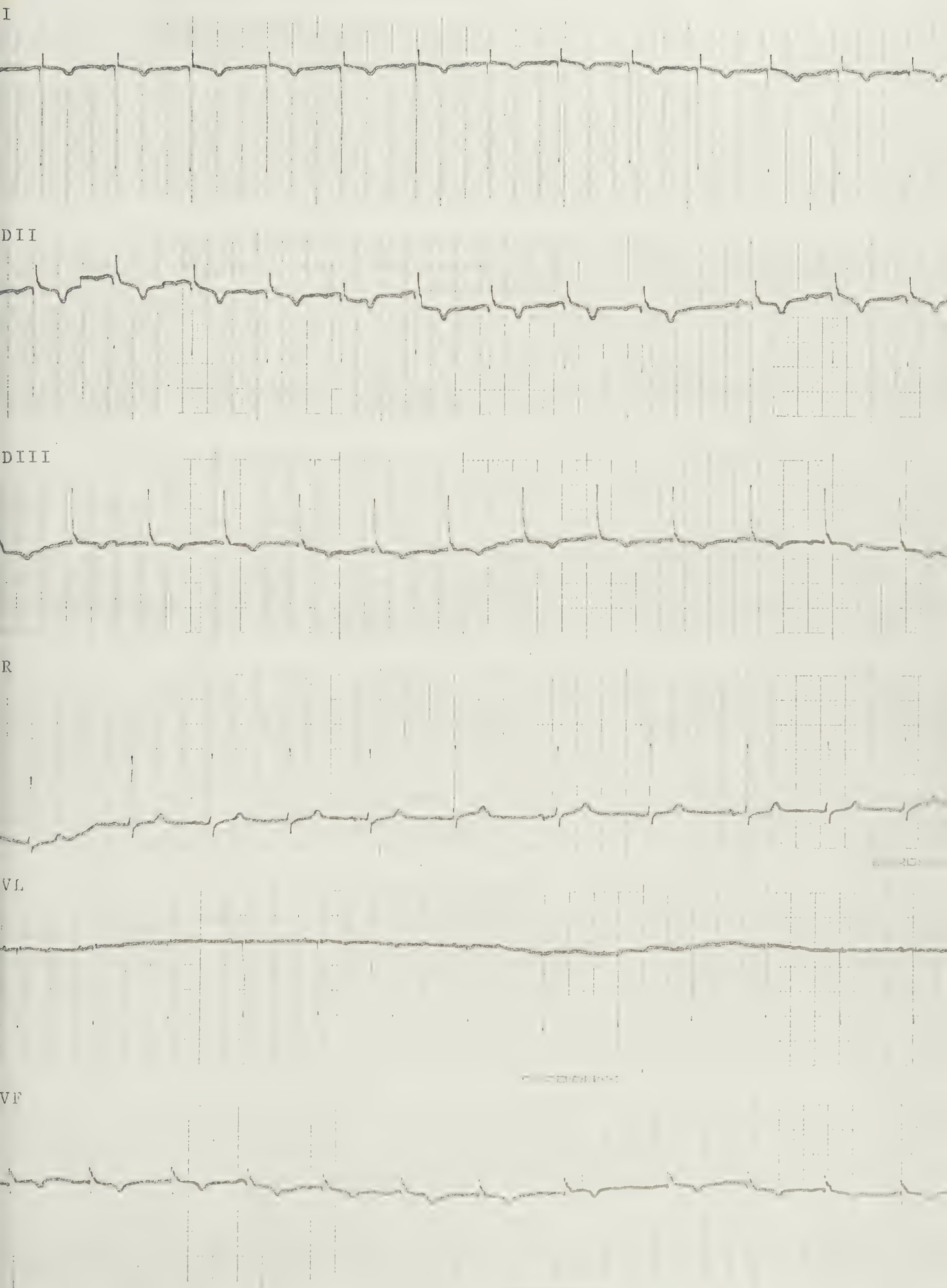
III



VR

ECG n°5
après guérison
Veau n°19 après
guérison

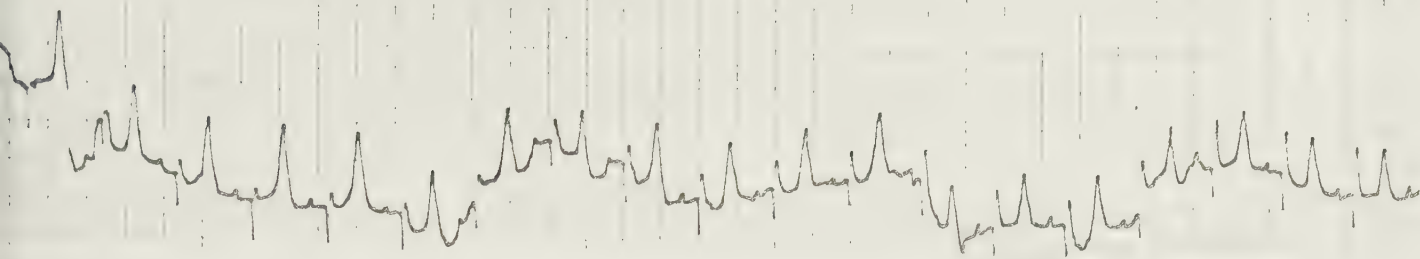




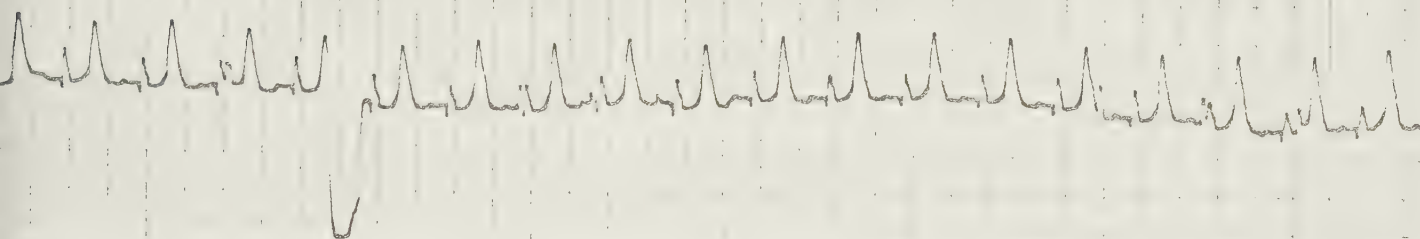
ECG N° 8 - Veau n° 2. Augmentation d'amplitude de l'onde T



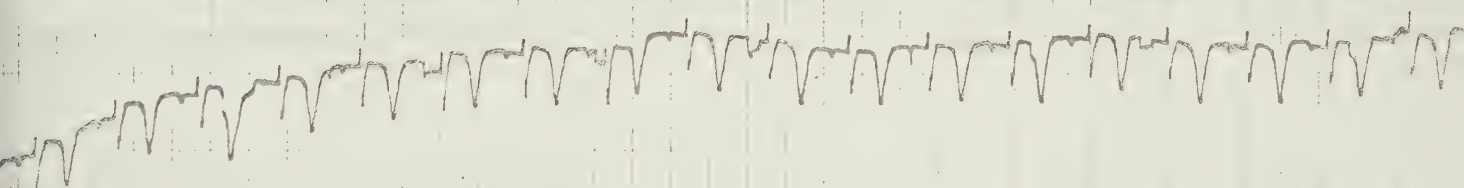
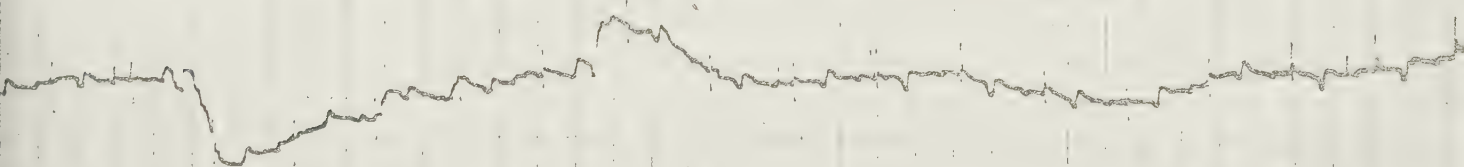
DI



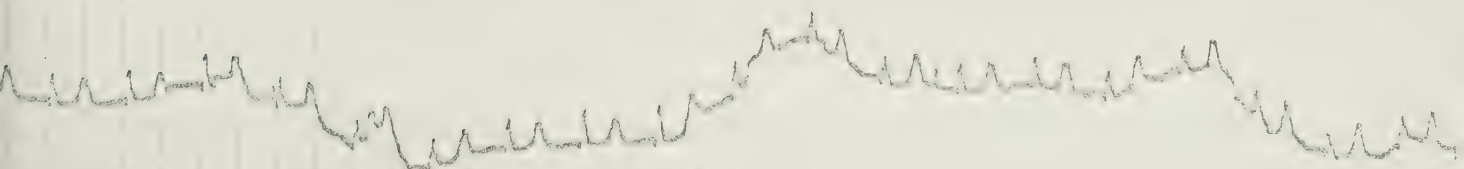
II

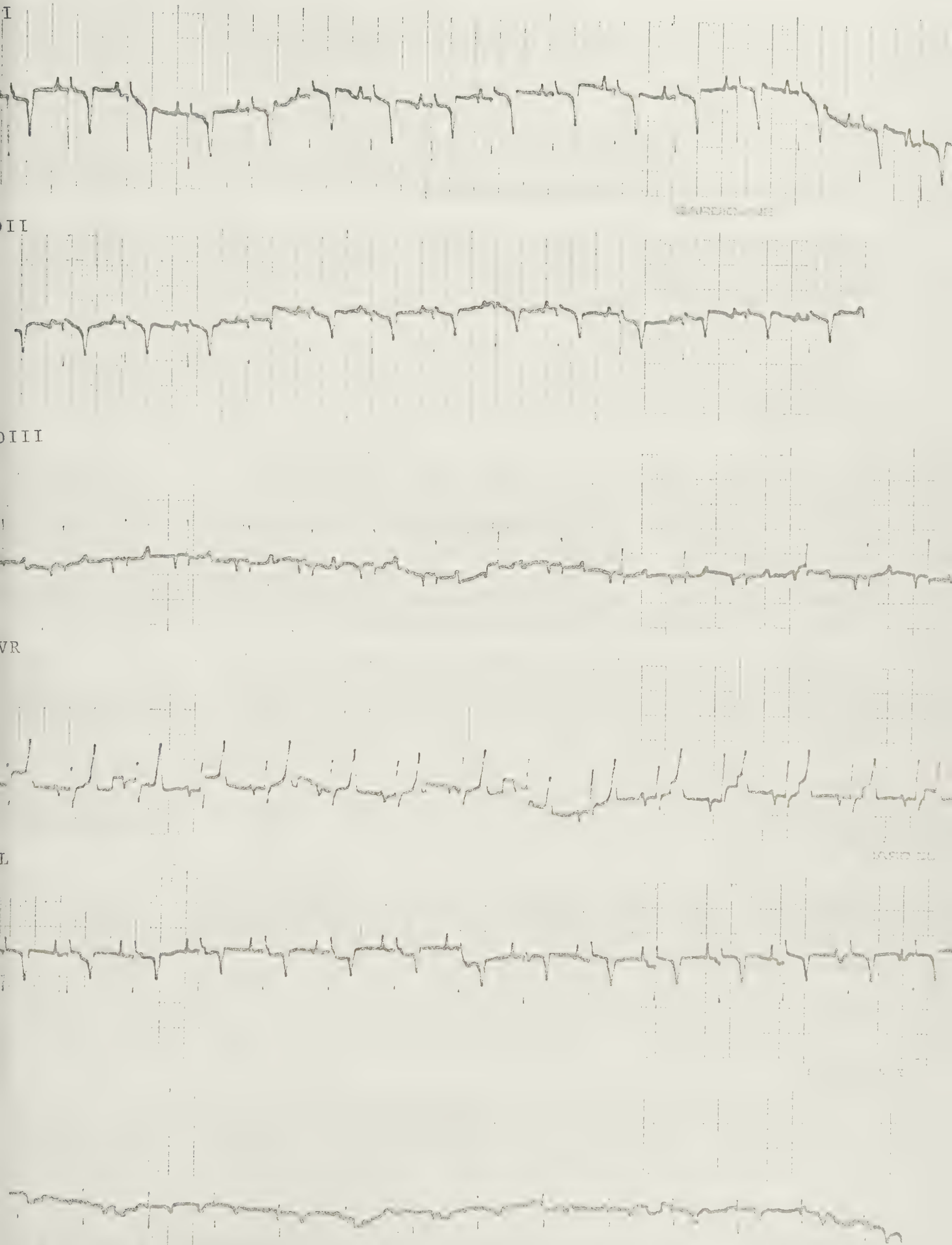


III



F





CONCLUSION

Après un rappel sur les propriétés du coeur et les principes de l'électrocardiographie, notre travail a consisté d'abord en un rassemblement de tout ce qui avait été réalisé jusqu'à nos jours sur l'électrocardiographie des bovins et tout spécialement du veau nouveau né.

Les résultats se révèlent très disparates du fait principalement de la diversité des techniques d'enregistrement utilisées ; ces techniques plus ou moins personnelles dérivent le plus souvent soit de la méthode primitive et toujours très employée d'Einthoven soit de la méthode de Dubois plus spécialement adaptée à l'anatomie des ongulés domestiques.

Les résultats que nous avons recueillis sur une vingtaine de veaux en bonne santé nous ont permis ensuite d'établir un diagramme reflétant l'électrocardiogramme normal moyen.

Enfin en se référant à ce diagramme nous avons étudié les anomalies pathologiques qui pouvaient survenir dans un lot de veaux atteint de diarrhée néonatale.

Vu :

LE DIRECTEUR

de l'École Nationale Vétérinaire de Lyon,



LE PROFESSEUR RESPONSABLE

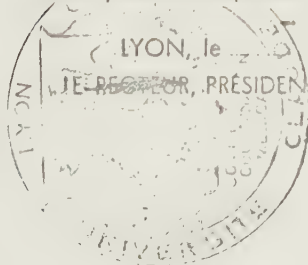
de l'École Nationale Vétérinaire,



LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,



Vu et permis d'imprimer



8 OCT. 1976

LYON, le

LE RECTEUR, PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ

LYON I
D. GERMAIN

BIBLIOGRAPHIE

- (1) ALFREDSON BV and SYKES JF.

"Electrocardiograph studies in normal dairy cattle".
Journal of Agricultural Research-July 1942,
vol.65 n°2, p.61 à 87.

- (2) ALIKUTTY KM and RAJAMANI S.

"Studies on calf diarrhoea-II plasma sodium and potassium level and plasma volume in diarrhoeic calves".
The Indian Veterinary Journal - 1973, 50-12,
p.1182 à 1190.

- (3) BARRUEL MC.

"Contribution à l'étude de l'électrocardiographie chez les bovins".
Thèse janvier 1959 - Lyon.

- (4) BLAND JH.

"Clinical metabolism of body water and electrolytes".
Ed. London - 1963 - WB Saunders.
"Disturbances of fluid balance"
Ed. London - 1956 - WB Saunders.

- (5) BLAXTER (KL) - WOOD (WA).

"Some observations on the biochemical and physiological events associated with diarrhoea".
Veter Rech - 1953-65, pp.889 à 892.

- (6) BROOIJMANS A.W.M.

"Standardization of leads in veterinary clinical electrocardiographie".
Tijdschr Diergeneesk - 1954,79, p.801 à 811.

- (7) Cahiers Intégrés de Médecine n° 22 - 30 mai 1971
Cardiologie IV - Electrocardiogramme (2).

- (8) CARLOS H - LIGHTOWLER - SAHLBERG.

"El electrocardiograma bovino".
Rev. Med. Vet. - Buenos-Aires - 1970, 51,
p.197 à 210.

- (9) CLERC B.
"Semiologie clinique des désordres hydroélectrolytiques et acido-basiques".
Animal de Compagnie - 1975 n° 3, p.145 à 151.
- (10) COTTEREAU P.
"Les maladies nutritionnelles du veau".
Revue Médicale Vétérinaire - 1969, 120, p.3 à 24.
- (11) COTTEREAU P. et LAVAL Mlle A.
"Diarrhées du premier âge chez le veau".
Bulletin Vétérinaire de Lyon - 1975.
- (12) DALTON R.G. - FISHER E.W. - MAC INTYRE W.I.M.
"Changes in blood chemistry body weight and haematocrit of calves affected with neonatal diarrhoea".
Brit Veter Journ. - 1965, 121, p. 34 à 41.
- (13) DARRASPEN - FLORIOT - JOUBERT - COTTEREAU - DEBEAUVAIS
"Perturbations ioniques sanguines au cours des diarrhées des veaux".
Bull. Soc. Scienc. Veter. et Medec. comparée de Lyon, 1959, 61, 189.
- (14) DEBEAUVAIS H.
"Contribution à l'étude des électrolytes du sang chez les bovins ; leurs variations au cours des diarrhées des veaux".
Thèse - 1958, Lyon.
- (15) DOTTA U. - BALBO T.
"Contributo all'elettrocardiografia nei bovini : Raffronto comparativo tra metodo tradizionale di derivazione dagle arti ed il metodo proposto da Dubois".
Amali della Faculta de Med.Vet. di Torino - 1971, 18, 43-79.
- (16) DRACY A.E. and RUSSEL JAHN J.
"Use of electrocardiographic radio telemetry to determine heart rate in ruminants".
South Dako Agricultural Experiment Station Brookings.
- (17) DUBOIS M.
"Du choix des dérivations et d'une normalisation de l'électrocardiogramme chez quelques ongulés domestiques".
Rec. Med. Vet. - Tome 137, juin 1961, pp.425 à 448.

- (18) EINTHOVEN W - FAHR G - DE WAART A.
"Ueber die Richtung und die manifeste Grösse der Potentialschwankungen im menschlichen Herzen und über den Einfluss der Herzlage auf die Form des Elektrokardiogramms".
Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie - 1913, 150, 275-315.
- (19) FATTORUSSO V et RITTER O.
"Atlas d'électrocardiographie".
Masson et Cie Editeurs - Paris.
- (20) FAUCHIER J.P - BROCHIER M.
"Coeur et électrolytes".
C - M 2-3, 1974, 96 - 9.
- (21) FAYET J.C.
"Recherches sur le métabolisme hydrominéral chez le veau normal ou en état de diarrhée".
Recherche Vétérinaire - 1968, I, 99 - 126.
- (22) FISHER E.W.
"Death in neonatal calf diarrhoea".
British Veterinary Journal - 1965 - 121, p.132 à 138.
- (23) FISHER - MAC EWAN.
"Death in neonatal calf diarrhea, the role of oxygen and potassium".
British Veterinary Journal - 1967 - 123, p.4 à 7.
- (24) FUZIER (Pierre-Etienne).
"Contribution à l'étude de l'électrocardiographie chez les bovins".
Thèse 1956 - Toulouse.
- (25) GHERGARIU S - MOLDOVAN A - DANIELESCO N.
"L'électrocardiographie chez les bovins sains et en divers états de maladie".
Zentbl Vet. Med. - 1969, A, 17, 598.
- (26) GOLDBERGER (E).
"A simple indifferent electrocardiographic electrode of zero potential and a technique of obtaining augmented unipolar extremity leads".
American Heart Journal - 1942 - 23, pp.483 à 492.
- (27) GRIMLER J.P.
"Etude de certains cations du sang total chez des veaux sains ou atteint de diarrhée".
Thèse - 1975 - Lyon.

- (28) GUELF I J.F.
"Déséquilibres électrolytiques (grands syndromes)".
Animal de Compagnie - 1975, n° 4, p. 273 à 278.
- (29) Handbook of Physiology
Section 2 Circulation volume I
Electrocardiography HAUS SCHAEFER
HAUS G HAAS
Department of Physiology University of Heidelberg - Germany.
- (30) HORVATH (D.J.) -TODD (J.R.) and WEIS.
"Electrocardiograms of hypomagnesemie calves with or without development of tetany".
American Journal Veterinary Research - 1971 - 32, pp. 1851 à 1857.
- (31) JUNGE G.
"Über die Elektrokardiographie in der Veterinärmedizin unter besonderer Berücksichtigung der allgemeinen Elektrophysiologie und der Ableitung des Rinderelektrokardiogramms".
Arch. Exp. Vet. Med. - 1967, 21, 835-866.
- (32) KOLB E.
"Physiologie des animaux domestiques".
Vigot Frères, éditeurs, Paris, 1965.
- (33) La diarrhée des veaux nouveaux-nés.
INRA Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires.
63 - Theix S^T Genes - Champanelle - 13-14-15 octobre 1970.
- (34) LANK R.B. and KINGREY B.W.
"Electrocardiograms of normal, lactating dairy cows".
American Journal of Veterinary Research - 1959, p.273 à 277.
- (35) LAPRAS.
"Aspects généraux des diarrhées du premier âge chez les animaux".
Bulletin Vétérinaire de Lyon numéro I - 1975.
- (36) LAUTENSCHLAGER (O).
"Grundlagen der Aufnahmetechnik des Elektrokardiogrammes von Pferd und Rind und ihre Ergebnisse".
Diss prace Giessen - 1928, s, 41, 25 obr.

- (37) LENE GRE J - BLONDEAU M - BOURDARIAS J.P. - GERBAUX A -
HIMBERT J - MAURICE P.
"Coeur et circulation".
La pathologie médicale de Pasteur Valléry-Radot,
Jean Hamburger, François Lhermitte. Flammarion
Médecine.
- (38) LIGHTOWLER - SAHLBERG.
The bovine electrocardiogram normal components
Revta Med.Vet. - Buenos-Aires - 1970, 51, 197-210.
- (39) MAC SHERRY BJ and GRINYER I.
"Disturbances in acid-base balance and electro-
lyte in calf diarrhea and their treatment".
American Journal of Veterinary Research - 1954-
15, pp.535 à 541.
- (40) MAINWALD D und BORNERT D.
"Zur frage der Ableitung bioelektrischer Poten-
tiale von der Körper ober Fläche am Beispiel
der Elektrokardiogramm - Ableitung vom Rind".
Arch. Exp. Vet. Med. - 1966 - 20, pp.959 à 977.
- (41) MANGIER Charles.
"Etudes expérimentales du syndrome de déshydra-
tation chez le veau à diarrhée ; conséquences
thérapeutiques".
Thèse - 1971 - Alfort.
- (42) MERKLEN Félix-Pierre - BERTHAUX Paul - FORMAN Jacqueline.
"Les anomalies hyperkaliémiques de l'onde T de
l'électrocardiogramme et l'antagonisme Calcium-
Potassium chez diverses espèces animales".
Revue de Pathologie générale et comparée - 1953-
651.
- (43) NEMECEK.
"The effect of Starvation and changed position
on electrocardiograph in cattle".
Acta Universitatis Agricultural - 1967, 3, 400-
407.
- (44) NORR (J).
"Zeitscher f Biol 1913 - 61 - 197.
Berliner tier Woch 1914 - 30 - 549.
Archiv f wiss u prakt tierh 1922 - 48 - 85.
- (45) Numéro spécial : "Cardiologie canine" du recueil de
médecine vétérinaire d'Alfort.
Tome 151 - novembre 1975.

- (46) PICHON Bernard.
"Le syndrome humoral dans les diarrhées des veaux".
Thèse - Toulouse 1971.
- (47) PLATNER (WS) - KIBLER (HH) and BRODY (S).
"Electrocardiograms of mule, horses, cattle, sheep, swine and goats".
Res Bull.Mo.Agric.Exp. Stn - 1958 - 419,
pp. 1 à 12.
- (48) POUCHELON JL.
"Les bases théoriques de l'électrocardiogramme".
Recueil de Médecine Vétérinaire de l'école d'Alfort - Tome 151, n° 11 - novembre 1975,
pp. 657 à 664.
- (49) RAKALSKA Zofia - CAKALA Stanislaw - BORKOWSKI Tomasz.
"Electrocardiographic changes in cattle with experimental rumen acidosis".
Polskie Archiwum Weterynaryjne - 16 - 4 - 1973.
- (50) RICHET G - ARDAILLOU R - AMIEL C.
"Equilibre hydroélectrolytique normal et pathologique".
Editions Maloine.
- (51) RODGER G - DALTON
"The effect of starvation on the fluid and electrolyte metabolism of neonatal calves".
British Veterinary Journal - 1967 - 123,
pp.237 à 246.
- (52) RUMSEY-PUTMAN.
EKG, respiratory, saliva flow and serum mineral changes associated with KCl citric acid induced tetany in cattle.
Journal of Amind Science - 1972, 35, 986-994.
- (53) SANDER W.
"Das Elektrokardiogramm des Rindes".
Zeutbl. Vet. Med.- 1967, 15 A, 587 - 634.
- (54) SCHULTZ RA and PRETORIUS PJ.
"An electrocardiographic study of normal goats and cattle using a modified technique".
Onderstepoort Journal Veterinary Research - 1972 - 39 - 4, pp. 209 à 223.
- (55) SELLERS AF - HEMINGWAY A - SIMONSON E - PETERSEN WE.
"Unipolar and bipolar Electrocardiographic Studies in Dairy Cattle".
American Journal Veterinary Research - 1958,
pp.620 à 624.

- (56) SPORRI (H).
Archiv für chaftliche und praktische Tier
Heil Kunde - 1941 - 236 et 1944 - 79, pp. 1 à
57.
Schweizer Archiv für Tier Heil Kunde - 1953 -
95 - 113.
- (57) SUGANO (H), YASUDA (T), NISHIKAWA (M) and (T.) TAKETANI.
Report of Iwate Univ. - 1956, 3, 1.
- (58) THIELSCHER HH und FLOCK D.
"Elektro- und Phonokardiographische Untersu-
chungen an Herzgesunden Rindern verschiedenen
Alters".
Arch. Exp. Vet. Med. - 1967 - 21, pp. 835 à
866.
- (59) TOOK - NAKAMURA R and HIRAO K.
"Studies on applications of electrocardiogram
in cattle".
Jap. Jour. Vet. Res. - 1958 - 6, pp. 230 à 244.
- (60) UESAKA S.
Jap. J. Zootech, Sc. - 1943, 15, 177.
- (61) VALLET A.
"La déshydratation en médecine vétérinaire, le
syndrome de déshydratation aigue chez le veau
nouveau-né".
Thèse - 1964, Lyon.
- (62) VAN ARSDEL (WC) - KRUEGER (H) and BOGART (R).
"Interpretation of electrocardiograms in beef
Cattle".
Oregon Agric. Exper. Sta. Tech. Bull. - 1959 -
51.
- (63) WALLER (AD)
"On the electromotive changes connected with
the beat of the mammalian heart and of the
human heart in"particular".
Philosophical transactions of the Royal Society,
Séries B - 1889 - 180, pp. 169 à 194.
- (64) WILSON FN - JOHNSTON FD - ROSEBAUM FF and BARKER PS.
'On Einthoven's triangle the theory of the unipolar
electrocardiographic leads, and the interpretation
of the precordial electrocardiogramm".
American Heart Journal - 1946 - 32, pp. 277 à 310.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	15
PREMIERE PARTIE : GENERALITES.....	18
I - Rappel sur les propriétés du muscle cardiaque	19
A) Introduction.....	19
B) Rappel sur l'automatisme cardiaque : le tissu nodal.....	20
C) Rappel sur l'excitabilité du muscle car- diaque.....	21
II - Notions d'électrocardiographie.....	23
A) Définitions.....	23
B) Hypothèse du dipôle.....	23
C) Le triangle équilatéral d'Einthoven et les dérivations bipolaires.....	25
D) Les dérivations unipolaires et la borne centrale de Wilson.....	28
E) Morphologie et signification de l'électro- cardiogramme.....	30
F) Rappels sur les principaux troubles du rythme et de la conduction cardiaque.....	32
1 - Les troubles du rythme sinusal.....	32
2 - Les rythmes ectopiques.....	34
3 - Les troubles de la conduction intra- cardiaque : les blocs.....	37
G) Les anomalies métaboliques de l'onde T et du segment S-T.....	39
1 - Les troubles de la kaliémie.....	39
2 - Les troubles de la calcémie.....	41
DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODE UTILISES POUR L'EXPERIMENTATION.....	44
A) Type de dérivation utilisé.....	45
1 - Introduction.....	45
2 - Les différents systèmes de dérivations employés depuis 1920.....	46
3 - Discussion.....	50
B) Appareil employé.....	51

C) Méthode utilisée.....	53
1 - Choix des animaux.....	53
2 - Position de l'animal.....	53
3 - Mise en place de l'appareil et des électrodes. Etalonnage. Réglages.....	54
4 - Analyse des résultats.....	55
TROISIEME PARTIE : ELECTROCARDIOGRAPHIE DU VEAU	
NORMAL.....	56
I - Valeurs électrocardiographiques obtenues sur des bovins normaux par différents auteurs jusqu'à nos jours.....	57
1 - Rythmes cardiaques et durée des ondes P, QRS et T.....	58
2 - Durée des intervalles P-R, S-T et Q-T	58
3 - Amplitude des ondes P, QRS et T....	60
4 - Axes électriques.....	60
5 - Forme des ondes électrocardiographi- ques.....	63
6 - Conclusion.....	65
II-Résultats personnels obtenus à partir d'élec- trocardiogrammes réalisés sur un lot de veaux normaux.....	66
Introduction.....	66
A) Etude du rythme cardiaque.....	67
B) Etude de la durée des différents acci- dents et des intervalles entre ces accidents.....	70
1 - Durée de l'onde P.....	70
2 - Durée du complexe QRS.....	72
3 - Durée de l'onde T.....	72
4 - Durée des intervalles P-Q et S-T..	73
5 - Conclusion.....	73
C) Etude de l'amplitude et de la forme des accidents.....	73
1 - Amplitude et forme de l'onde P....	73
2 - Amplitude et forme du complexe QRS.....	75
3 - Amplitude et forme de l'onde T....	77
D) Calcul de l'axe électrique cardiaque..	78
III-Conclusion.....	79

QUATRIEME PARTIE : L'ELECTROCARDIOGRAPHIE CHEZ LE VEAU ATTEINT DE DIARRHÉE NEONATALE.....	85
Introduction.....	85
I - Rappel historique sur les désordres métaboli- ques et les troubles cardiaques qu'ils engen- drent principalement dans les diarrhées du veau nouveau-né.....	86
II- Résultats personnels sur les enregistrements électrocardiographiques du veau atteint de diarrhée.....	90
A) Etude du rythme cardiaque.....	90
B) Etude de la durée des différents accidents et des intervalles entre ces accidents....	93
1 - Durée de l'onde P.....	93
2 - Durée du complexe QRS.....	94
3 - Durée de l'onde T.....	94
4 - Durée des intervalles P-Q et S-T.....	94
C) Etude de l'amplitude et de la forme des accidents.....	95
1 - Amplitude et forme de l'onde P.....	95
2 - Amplitude et forme du complexe QRS....	95
3 - Amplitude et forme de l'onde T.....	95
Discussion.....	97
CONCLUSION.....	105
BIBLIOGRAPHIE.....	107
TABLE DES MATIERES.....	115

